



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΠΕΡΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ  
ΑΠΟΔΟΣΗ»**

**Σπανού Ευστρατία**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλης Πασχάλης**

**ΜΑΡΤΙΟΣ 2021**

© Copyright  
Σπανού Ευστρατία  
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Το σώμα μας έχει την δυνατότητα να αυτοθεραπεύεται.  
Ύψιστη σημασία έχουν: Η διατροφή, η κίνηση,  
το περιβάλλον, ο τρόπος ζωής,  
ο τρόπος σκέψης.  
Ιπποκράτης 460-377 π.χ.

### Περίληψη

Η βελτίωση της απόδοσης και η ενίσχυση της υγείας είναι ένα θέμα που απασχολεί την αθλητική κοινότητα. Για αυτό τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα έχει στρέψει το ενδιαφέρον στη διατροφή που αντιμετωπίζεται πλέον ως ένα σημαντικό κομμάτι για την βελτίωση της απόδοσης και την προαγωγή της υγείας. Ιδιαίτερη έμφαση πλέον δίνεται σε ομάδες τροφίμων γνωστές ως υπερτροφές που παρουσιάζουν ιδιότητες που σχετίζονται με την ενίσχυση της απόδοσης και της υγείας. Σκοπός λοιπόν, της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τις υπερτροφές και τους παράγοντες που βελτιώνουν την απόδοση των αθλητών. Δεν έχουν όμως όλα τα αθλήματα τις ίδιες απαιτήσεις και ανάγκες. Συνεπώς, γίνεται μια αναφορά στα θρεπτικά συστατικά που κάνουν μια τροφή υπερτροφή και ύστερα ακολουθεί διάκριση μεταξύ των συστατικών σε κατηγορίες αθλημάτων που είναι πιο χρήσιμα σε σχέση με κάποια άλλα όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τους υδατάνθρακες και τους αθλητές αντοχής ή τις πρωτεΐνες και τους αθλητές δύναμης. Στη συνέχεια γίνεται μια ανάλυση των συστατικών κάποιων γνωστών υπερτροφών και εξηγείται ο τρόπος που βοηθούν την απόδοση. Για παράδειγμα όσον αφορά τους αθλητές αντοχής έχει αναφερθεί η συμβολή των υδατανθράκων στην βελτίωση της απόδοσης και αυτό συμβαίνει διότι σχετίζονται με τη διατήρηση της συγκέντρωσης γλυκόζης στο αίμα, τον υψηλό ρυθμό οξείδωσης των υδατανθράκων στα τελευταία στάδια του αγώνα και τη διατήρηση των αποθηκών γλυκογόνου του ήπατος σε παρατεταμένη άσκηση. Για τους παραπάνω λόγους η πατάτα και το καρπούζι θα μπορούσαν να προταθούν ως υπερτροφές για τους αθλητές αντοχής. Όσον αφορά τους αθλητές δύναμης οι πρωτεΐνες συνιστούν απαραίτητο θρεπτικό συστατικό της διατροφής τους και αυτό γιατί συμβάλουν στην αποκατάσταση βλαβών και τραυματισμών που προκαλούνται στις μυϊκές ίνες μέσα από την άσκηση ενώ συμβάλουν και στην αύξηση και ενίσχυση της μυϊκής μάζας και της δύναμης. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ως υπερτροφή για τους αθλητές δύναμης θα μπορούσε να προταθεί το γάλα. Τέλος, έχουμε τα λιπίδια που είναι καλή ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ATP με τη μορφή των λιπαρών οξέων σε μικρή ένταση, συνθήκη που ευνοεί στα αγωνίσματα αντοχής μέσω διατήρησης και εξοικονόμησης του μυϊκού γλυκογόνου. Έτσι λοιπόν, για παρατεταμένη άσκηση αντοχής το ελαιόλαδο θα μπορούσε να προταθεί ως υπερτροφή. Τα παραπάνω στοιχεία αποτελούν αντικείμενο ανασκοπήσεων όσο και ερευνών. Ωστόσο, ο αριθμός των ερευνών που εξετάζουν τις υπερτροφές και την συμβολή τους στην απόδοση των διάφορων ομάδων αθλητών είναι περιορισμένος και δεν μας επιτρέπει να βγάλουμε ακριβή συμπεράσματα. Για αυτό απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός ερευνών προκειμένου να επιβεβαιωθεί η συμβολή των υπερτροφών στην βελτίωση της απόδοσης και την ενίσχυση της υγείας και να προτείνεται αναλόγως η κατανάλωσή τους.

Λέξεις κλειδιά: διατροφή, υπερτροφή, άσκηση, αθλητική απόδοση, άσκηση αντοχής, άσκηση δύναμης, μυϊκή βλάβη

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Περίληψη .....            | i  |
| Πίνακας Περιεχομένων..... | ii |

### **I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ..... σελ.1**

### **II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ..... σελ.3**

|                                                                  |        |
|------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.1. Διατροφή .....                                              | σελ.3  |
| 2.2. Συστατικά διατροφής .....                                   | σελ.4  |
| 2.3. Υδατάνθρακες .....                                          | σελ.5  |
| 2.4. Πρωτεΐνες .....                                             | σελ.7  |
| 2.5. Λίπη .....                                                  | σελ.8  |
| 2.6. Βιταμίνες .....                                             | σελ.10 |
| 2.7. Ανόργανα συστατικά .....                                    | σελ.15 |
| 2.8. Νερό.....                                                   | σελ.19 |
| 2.8.1. Ηλεκτρολύτες .....                                        | σελ.21 |
| 2.9. Υπερτροφές .....                                            | σελ.22 |
| 2.10. Κλασσικές και εξωτικές υπερτροφές.....                     | σελ.23 |
| 2.11. Ποία τα χαρακτηρίστηκα που κάνουν μια τροφή υπερτροφή..... | σελ.29 |
| 2.12. Κλασσικές υπερτροφές .....                                 | σελ.35 |

### **III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ..... σελ.39**

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| 3.1. Αναζήτηση.....                         | σελ.39 |
| 3.2. Κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού..... | σελ.40 |
| 3.3. Επεξεργασία.....                       | σελ.40 |

### **IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ..... σελ.40**

|                                                   |        |
|---------------------------------------------------|--------|
| 4.1. Γενικά.....                                  | σελ.40 |
| 4.2. Υπερτροφή, κύριο συστατικό και απόδοση ..... | σελ.42 |
| 4.2.1. Μπανάνα και υδατάνθρακες .....             | σελ.42 |
| 4.2.2. Αυγό και πρωτεΐνες .....                   | σελ.45 |
| 4.2.3. Βατόμουρα-Βακκίνια και πολυφαινόλες .....  | σελ.47 |

|                                                                                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 4.2.4. Ρόδι και πολυφαινόλες .....                                                 | σελ.48        |
| 4.2.5. Τζίντζερ και πολυφαινόλες .....                                             | σελ.49        |
| 4.2.6. Σπιρουλίνα .....                                                            | σελ.50        |
| 4.2.7. Πατάτα και υδατάνθρακες .....                                               | σελ.52        |
| 4.2.8. Καρπούζι υδατάνθρακες και κιτρουλίνη .....                                  | σελ.54        |
| 4.2.9. Γάλα και πρωτεΐνες .....                                                    | σελ.55        |
| 4.2.10. Ελαιόλαδο και πολυφαινόλες .....                                           | σελ.59        |
| <b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>                                                            | <b>σελ.61</b> |
| 5.1. Διατροφή και απόδοση.....                                                     | σελ.61        |
| 5.1.1. Υπερτροφές πλούσιες σε υδατάνθρακες και απόδοση.....                        | σελ.63        |
| 5.1.2. Υπερτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες και απόδοση.....                           | σελ.64        |
| 5.1.3. Υπερτροφές πλούσιες σε λιπαρά οξέα και απόδοση.....                         | σελ.66        |
| 5.1.4. Υπερτροφές πλούσιες σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά και<br>απόδοση..... | σελ.67        |
| <b>VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....</b>                            | <b>σελ.69</b> |
| 6.1.Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα.....                                            | σελ.69        |
| 6.2. Προτάσεις .....                                                               | σελ.71        |
| <b>VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>                                                      | <b>σελ.72</b> |

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί μια ανασκόπηση βιβλιογραφίας σχετικά με την διατροφή και την άσκηση. Πιο συγκεκριμένα εξετάζει την υπάρχουσα βιβλιογραφία για τις υπερτροφές και την επίδραση που μπορεί να έχουν στην απόδοση των αθλητών και αθλούμενων. Ξεκινώντας χρειάζεται να τονίσουμε τη μεγάλη αξία της διατροφής καθώς είναι ένα πεδίο που εξαπλώνεται σε οποιαδήποτε επίδραση έχει η τροφή στη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Συμβάλει στην ανάπτυξη και την υγεία του εμβρύου, στην αντίσταση στη μόλυνση, στην ψυχική λειτουργία αλλά και στην αθλητική απόδοση (Mann et Truswell, 2002). Σύμφωνα με τον Williams (2014) ως διατροφή ορίζεται η διαδικασία πρόσληψης, διάσπασης και εκμετάλλευσης των διαφόρων θρεπτικών συστατικών και ουσιών της τροφής που βοηθούν στην καλή διατήρηση του οργανισμού. Πιο απλά είναι το σύνολο των τροφίμων που καταναλώνουμε στην διάρκεια της μέρας. Σε μια συζήτηση για την διατροφή μπορούμε να ακούσουμε πολλές λέξεις να την συνοδεύουν όπως, σωστή, υγιεινή, ισορροπημένη διατροφή, διατροφή για διατήρηση, αύξηση ή απώλεια σωματικού βάρους, αθλητική διατροφή, υπερτροφή κ.α. ενώ συχνά ακούμε και την λέξη δίαιτα. Ό,τι τρώμε επηρεάζει σημαντικά την υγεία μας καθώς οι τροφές μας προσφέρουν όλα τα θρεπτικά συστατικά που χρειαζόμαστε. Ωστόσο, με την εξέλιξη της βιομηχανίας των τροφίμων εμφανίστηκαν καινούριοι και πιο εξελιγμένοι μέθοδοι επεξεργασίας των τροφίμων, που να μεν βελτίωσαν την ποιότητα και αύξησαν την ποικιλία τους με αποτέλεσμα την αντιμετώπιση των νόσων που βασίζονται στην ανεπάρκεια των θρεπτικών συστατικών, αλλά μεγάλωσε και η παραγωγή και κατανάλωση τροφών υψηλών σε λιπαρά οξέα και χαμηλών σε φυτικές ίνες τα οποία ενισχύουν τη πιθανότητα εμφάνισης χρόνιων παθήσεων. Ο Ιπποκράτης, που είναι ο πατέρας της ιατρικής έλεγε ότι πρέπει να έχουμε την τροφή μας για φάρμακο και για φάρμακο την τροφή μας. Για να έχουμε λοιπόν έναν υγιή οργανισμό χρειαζόμαστε σωστή διατροφή. Όμως η σωστή και υγιεινή διατροφή σημαίνει διαφορετικά πράγματα για κάθε άνθρωπο (Mann et Truswell, 2002). Σίγουρα όμως, όταν μιλάμε για σωστή, υγιεινή και ισορροπημένη διατροφή εννοούμε εκείνη που έχει μεγάλη ποικιλία τροφίμων από όλες τις ομάδες τροφών τα οποία όμως καταναλώνονται με μέτρο και προσφέρουν ενέργεια για να μπορέσει ο οργανισμός να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά και να καλύψει τις ανάγκες του (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Ανησυχία εμφανίζεται στους διατροφολόγους όταν η πρόσληψη κάποιου θρεπτικού συστατικού είναι συνεχώς κάτω από το 67% δηλαδή περίπου δύο τρίτα από τις Διαιτητικές Προσλήψεις Αναφοράς (ΔΠΑ) (Williams, 2014). Διατροφή για διατήρηση ή απώλεια σωματικού βάρους, συχνά αποκαλείτε και δίαιτα και είναι ένα ειδικό πρόγραμμα διατροφής, που συχνά έχει ένα ορισμένο όριο στην ημερήσια πρόσληψη θερμίδων, έχει συγκεκριμένο στόχο και χρησιμοποιείται για να πετύχει κάποιος συγκεκριμένα αποτελέσματα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η δίαιτα και τα ειδικά σχεδιασμένα διαιτολόγια όμως δεν σημαίνει αυστηρά ότι χρησιμοποιούνται για απώλεια σωματικού βάρους, πολλές φορές στοχεύουν και στην αύξηση του, για λόγους υγείας και ομαλής λειτουργίας του οργανισμού (Wikipedia). Όσον αφορά την αθλητική διατροφή, εστιάζει την προσοχή

της στην βελτίωση της απόδοσης τόσο των αθλητών όσο και των αθλούμενων και για την επίτευξη αυτού του στόχου βασίζεται στην εφαρμογή σωστών διατροφικών-δietetικών αρχών. Η εφαρμογή της και τα θετικά αποτελέσματα που αναμένονται βασίζονται στο γεγονός ότι, οι διατροφικοί παράγοντες έχουν την δυνατότητα να επιδρούν στους διάφορους συντελεστές του κάθε αθλήματος, βιομηχανικούς, ψυχολογικούς και φυσιολογικούς (Williams, 2014). Τέλος, στην υπάρχουσα βιβλιογραφία οι υπερτροφές που είναι και το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αναφέρονται ως τρόφιμα που είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά όπως οι βιταμίνες, τα ω-3 λιπαρά οξέα, τα ιχνοστοιχεία και μεγάλος αριθμός ουσιών με θεωρητικά αντιοξειδωτική δράση (Devalaraja et al. 2011). Ωστόσο, φαίνεται πως η χρήση του όρου “superfoods” γίνεται κυρίως για λόγους μάρκετινγκ και δεν χρησιμοποιείται από την κοινότητα των ειδικών διαιτολόγων και επιστημόνων της διατροφής, ενώ μάλιστα πολλές φορές κάποιοι από αυτούς διαφωνούν και αμφισβητούν τα αναφερόμενα οφέλη τους και δεν αποδέχονται την χρήση του όρου. Από την άλλη πλευρά οι υποστηρικτές των υπερτροφών τονίζουν τις ευεργετικές τους ιδιότητες και ισχυρίζονται ότι έχουν σημαντική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό (Wikipedia). Το ερώτημα που τίθεται λοιπόν είναι αν υπάρχουν τελικά υπερτροφές και αν επιδρούν στην αθλητική απόδοση ενισχύοντας την. Και εφόσον μια τροφή μπορεί να προάγει την καλύτερη υγεία και να βελτιώσει την απόδοση των αθλητών μόνο κάτω από συγκριμένες συνθήκες πως γίνεται να αποκαλείται υπερτροφή; Συνεπώς, για να αποδειχθούν οι θετικές επιδράσεις και να καταλήξει ο όρος να χρησιμοποιηθεί για μία τροφή χρειάζεται πληθώρα κλινικών μελετών που να ερευνούν και να πιστοποιούν τις υποθέσεις.

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

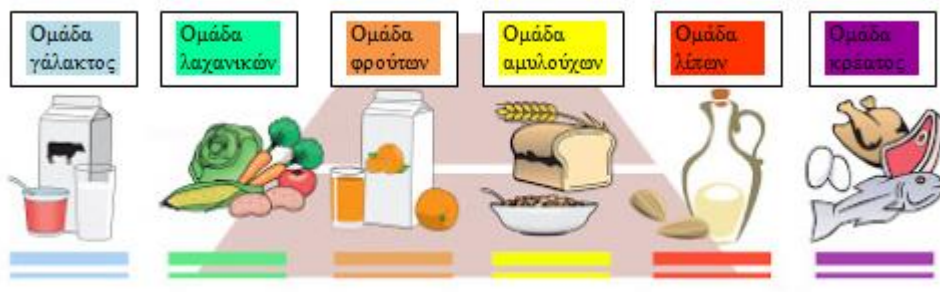
### 2.1. Διατροφή

Σύμφωνα με τον Williams (2014) του οποίου ο ορισμός προβάλλει τις βιοχημικές και φυσιολογικές λειτουργίες της τροφής, η διατροφή είναι ένα σύνολο διεργασιών που συμβάλουν στην λήψη, την αφομοίωση και την εκμετάλλευση των ουσιών και των θρεπτικών συστατικών της τροφής από τους ζωντανούς οργανισμούς. Οι διεργασίες αυτές αναφέρονται στη πρόσληψη, πέψη, απορρόφηση και το μεταβολισμό της τροφής. Πιο απλά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η διατροφή είναι το σύνολο των τροφίμων που καταναλώνουμε και πως μέσω της διατροφής πετυχαίνουμε την συντήρηση του οργανισμού (Wikipedia). Ως ευρύτερη έννοια ο Αμερικάνικος Σύλλογος Διαιτολόγων (American Dietetic Association, ADA) θεωρεί ότι η διατροφή μπορεί να εξηγηθεί και να επηρεαστεί από πολλούς ψυχολογικούς, κοινωνιολογικούς και οικονομικούς παράγοντες. Βασικός και πρωταρχικός ρόλος της τροφής που καταναλώνουμε είναι να προσφέρει στον οργανισμό τα θρεπτικά συστατικά, δηλαδή τις συγκεκριμένες ουσίες που έχει το τρόφιμο για να μπορέσει ο οργανισμός να εκπληρώσει τις βιοχημικές λειτουργίες του σώματος (Williams, 2014). Η Brown (2016) αναφέρει ότι στις λειτουργίες της τροφής περιλαμβάνονται οι εξής :

- παροχή ενέργειας
- ρύθμιση διάφορων διεργασιών του οργανισμού και
- δημιουργία, ανάπτυξη, διατήρηση και αποκατάσταση των ιστών

Η ισορροπημένη διατροφή είναι εκείνη η οποία εξασφαλίζει κατανάλωση μεγάλης ποικιλίας τροφίμων με μέτρο και προσφέρει ισορροπημένη πρόσληψη ενέργειας, ώστε ένα καλύψει τις ατομικές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Λέγοντας ποικιλία εννοούμε να περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά τρόφιμα από όλες τις ομάδες τροφίμων καθημερινά (Εικόνα 1.1), ενώ λέγοντας μέτρο εννοούμε τα τρόφιμα να είναι στην κατάλληλη ποσότητα και αναλογία με σκοπό να εξυπηρετούν τις ανάγκες του ατόμου που την ακολουθεί (Wikipedia). Έτσι, είναι πιο εύκολο να ληφθούν όλα τα θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για τη σωστή ανάπτυξη όλων των ιστών του σώματος, επιτυγχάνεται η ορθή ρύθμιση των μεταβολικών διεργασιών και η πρόσληψη σωστού αριθμού θερμίδων (Williams, 2014). Σημαντικό είναι να μην ξεχνάμε πως οι ανάγκες που έχει ο κάθε άνθρωπος διαφέρουν επειδή βασίζονται στα χαρακτηριστικά του και εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το σωματικό βάρος, το ύψος, η σύσταση του σώματος, το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας, η κατάσταση υγείας κ.κ. (Wikipedia). Εν κατακλείδι, η σημασία της σωστής διατροφής έγκειται στο γεγονός ότι βοηθάει στην ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, στη διατήρηση σταθερού φυσιολογικού βάρους και στην προστασία της υγείας, αφού η τροφή έχει προληπτική και θεραπευτική αξία ως προς την ανάπτυξη χρόνιων ασθενειών (Williams, 2014). Δεν πρέπει να συγχέουμε την διατροφή με την δίαιτα η οποία είναι ένα ειδικό πρόγραμμα διατροφής, με συγκεκριμένο στόχο και χρησιμοποιείται για να πετύχει κάποιος συγκεκριμένα αποτελέσματα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (Wikipedia). Τέλος, υπάρχει και η αθλητική διατροφή η οποία ορίζεται ως η εφαρμογή σωστών διατροφικών-διαιτητικών αρχών

για τη βελτίωση και την ενίσχυση της απόδοσης τόσο των αθλητών όσο και των αθλούμενων. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι, οι διατροφικοί παράγοντες έχουν την ικανότητα να επιδρούν επηρεάζουν τους διάφορους συντελεστές του κάθε αθλήματος, βιομηχανικούς, ψυχολογικούς και φυσιολογικούς (Williams, 2014).



*Εικόνα 2.1. Για μια ισορροπημένη διατροφή χρειάζεται ποικιλία τροφίμων από τις ομάδες τροφίμων.*

## 2.2. Συστατικά διατροφής

Τα θρεπτικά συστατικά της διατροφής είναι συγκεκριμένες βιοχημικές ουσίες που έχει η τροφή και τις χρησιμοποιεί ο οργανισμός για να μπορέσει να εκτελέσει τις βιοχημικές λειτουργίες του σώματος αλλά και για την ανάπτυξη και την διατήρηση της υγείας του. Για τον λόγο αυτό είναι ανάγκη να καταναλώνονται επαρκείς ποσότητες ποικιλίας τροφίμων από κάθε ομάδα τροφίμων όπως αναφέρεται και παραπάνω (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Χρησιμοποιώντας τον όρο απαραίτητα θρεπτικά συστατικά αναφερόμαστε στα συστατικά εκείνα που είναι αναγκαία στον οργανισμό και το σώμα είτε δεν μπορεί να τα παράγει καθόλου, είτε δεν τα παράγει σε επαρκείς ποσότητες ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του. Επομένως, για την εκπλήρωση των αναγκών τα θρεπτικά συστατικά πρέπει να λαμβάνονται και να εισέρχονται στον οργανισμό μέσω της τροφής (Williams, 2014).

Για την καλύτερη και πιο σωστή λειτουργία του σώματος ο οργανισμός του ανθρώπου πρέπει να λαμβάνει πάνω από σαράντα διαφορετικά θρεπτικά συστατικά, ενώ έξι είναι οι βασικές κατηγορίες των θρεπτικών συστατικών που παρέχει η τροφή: οι υδατάνθρακες, τα λίπη, οι πρωτεΐνες, οι βιταμίνες, τα ανόργανα συστατικά και το νερό. Τα θρεπτικά συστατικά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα μακρο-θρεπτικά συστατικά και τα μικρο-θρεπτικά συστατικά. Τα μακρο-θρεπτικά συστατικά, τα οποία προσφέρουν ενέργεια και βοηθούν στην ανάπτυξη των σωματικών ιστών, χρειάζονται σε μεγάλες ποσότητες και περιλαμβάνουν τους υδατάνθρακες, τις πρωτεΐνες και τα λίπη. Ονομάζονται έτσι επειδή η καθημερινή ποσότητα που χρειάζεται ο οργανισμός είναι μεγαλύτερη από λίγα γραμμάρια. Τα μικρο-θρεπτικά συστατικά που συμβάλουν στην ρύθμιση των μεταβολικών διεργασιών, περιλαμβάνουν τις βιταμίνες και τα ανόργανα συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα σε πολύ μικρότερες ποσότητες (χιλιοστόγραμμα ή μικρογραμμάρια) (Williams 2014, Biesalski et Grimm, 2008).

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τον Williams (2014) η πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών είναι απαραίτητη για την ανθρώπινη ζωή. Όταν η πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών είναι ανεπαρκής ή υπερβολική μπορεί να

επηρεάσει και να διαταράξει τον φυσιολογικό μεταβολισμό, να προκαλέσει ασθένειες ή ακόμα και θάνατο.

Σύμφωνα με την Brown (2016) και τον Williams (2014) τα θρεπτικά συστατικά διακρίνονται σε απαραίτητα και μη απαραίτητα. Αύτη η διάκριση βασίζεται στην ικανότητα του ανθρώπινου οργανισμού να παράγει κάποια από αυτά τα συστατικά. Εκείνα που μπορούν να συντεθούν στο σώμα, σε επαρκείς ποσότητες ονομάζονται “μη απαραίτητα” θρεπτικά συστατικά και σε αυτή την κατηγορία ανήκουν:

- οι υδατάνθρακες
- κάποια από τα αμινοξέα και
- τα περισσότερα από τα λίπη (Brown, 2016)

Από την άλλη πλευρά τα θρεπτικά συστατικά τα οποία ο οργανισμός είτε δεν μπορεί να τα συνθέσει καθόλου είτε δεν μπορεί να τα συνθέσει σε επαρκείς ποσότητες ώστε να καλύψει τις ανάγκες του ονομάζονται “απαραίτητα” θρεπτικά συστατικά και πρέπει να τα λαμβάνει μέσω της τροφής (Williams 2014, Brown 2016). Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται :

- όλες οι βιταμίνες
- τα ανόργανα συστατικά
- ορισμένα αμινοξέα
- δύο λιπίδια και
- το νερό (Brown, 2016)

Όπως αναφέρει η Brown (2016), η ανάγκη για πρόσληψη ίδιων ομάδων θρεπτικών συστατικών ισχύει για όλους τους ανθρώπους. Ωστόσο, διαφέρουν οι ποσότητες που χρειάζεται κάθε άνθρωπος και αυτό συμβαίνει λόγω των διαφορετικών αναγκών κάθε οργανισμού σύμφωνα με :

- την ηλικία
- το φύλο
- τα γενετικά χαρακτηριστικά
- την ανάπτυξη
- το μέγεθος του σώματος
- τον τρόπο ζωής
- την ασθένεια
- την λήψη φαρμάκων
- την κύηση και την γαλουχία

### **2.3. Υδατάνθρακες**

Σύμφωνα με τον Williams (2014) οι υδατάνθρακες είναι οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στα τρόφιμα και αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο σε πολλούς και διαφορετικούς συνδυασμούς. Ενώ όπως αναφέρει η Brand-Miller (1994) το κύριο δομικό στοιχείο των υδατανθράκων είναι ένας μονοσακχαρίτης, πολλές φορές η ίδια η γλυκόζη. Οι υδατάνθρακες είναι από τα πιο απαραίτητα θρεπτικά και ενεργειακά συστατικά που υπάρχουν στη διατροφή μας και δημιουργούνται από την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας από τα φυτά μέσα από την διαδικασία της

φωτοσύνθεσης. Επιπλέον, διαχωρίζονται σε απλούς υδατάνθρακες, σύνθετους υδατάνθρακες και φυτικές ίνες (Williams, 2014).

Οι απλοί υδατάνθρακες (ή αλλιώς σάκχαρα) διαχωρίζονται σε δύο επιπλέον κατηγορίες, ανάλογα με τα μόρια σακχάρων που περιέχουν, τους μονοσακχαρίτες και τους δισακχαρίτες (Williams, 2014). Σύμφωνα με την Brown (2016) οι μονοσακχαρίτες ή αλλιώς απλά σάκχαρα αποτελούνται από ένα μόριο σακχάρου και οι βασικοί μονοσακχαρίτες είναι τρεις: η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η γαλακτόζη (Williams 2014, Biesalski et Grimm, 2008). Αν ενωθούν δύο μονοσακχαρίτες τότε σχηματίζεται ένας δισακχαρίτης. Στους δισακχαρίτες (διπλά σάκχαρα) ανήκουν η μαλτόζη, η λακτόζη και η σουκρόζη. Ακόμα, υπάρχουν και οι σύνθετοι υδατάνθρακες που είναι γνωστοί και ως αμυλούχα και δημιουργούνται από την ένωση τριών ή περισσότερων μορίων γλυκόζης. Από την ένωση και τον συνδυασμό αυτό προκύπτουν οι πολυσακχαρίτες ή πολυμερές γλυκόζης, όταν ενώνονται περισσότερα από δέκα μόρια γλυκόζης (Williams, 2014) με γνωστά παραδείγματα το άμυλο και τις ίνες (προϊόντα φυτικής προέλευσης) και το γλυκογόνο (ζωικής προέλευσης) (Κλεισούρας, 2011). Στο χώρο της άσκησης συναντάμε την μαλτοδεξτρίνη και την πολυκόζη που είναι κοινά πολυμερή γλυκόζης και αποτελούν συστατικό των αθλητικών ποτών. Τέλος, ο όρος διαιτητικές ίνες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τους διάφορους υδατανθρακικούς πολυσακχαρίτες οι οποίοι βρίσκονται στα τοιχώματα των φυτικών κυττάρων. Δύο είναι οι βασικές μορφές με τις οποίες συναντάμε τις διαιτητικές ίνες, οι υδατοδιαλυτές και οι αδιάλυτες στο νερό. Οι διαλυτές διαιτητικές ίνες περιλαμβάνουν το κόμμι και τις πηκτίνες και μεταβολίζονται στο παχύ έντερο ενώ οι αδιάλυτες διαιτητικές ίνες περιλαμβάνουν την κυτταρίνη, την ημι-κυτταρίνη και τη λυγνίνη και διασχίζουν εσωτερικά ολόκληρη την γαστρεντερική οδό χωρίς να μεταβολίζονται (Williams, 2014).

Ο λειτουργικός ρόλος των υδατανθράκων έγκειται στο γεγονός ότι αποτελούν την κυριότερη πηγή ενέργειας μέσω της διατροφής του ανθρώπου, παρέχουν το μισό της συνολικής θερμιδικής πρόσληψης και μάλιστα είναι ταχεία πηγή ενέργειας, καθώς κάθε γραμμάριο υδατάνθρακα περιέχει περίπου τέσσερις θερμίδες (Williams, 2014). Η κατανάλωση και η ύπαρξη των υδατανθράκων στον οργανισμό είναι σημαντική διότι εξασφαλίζουν την σωστή λειτουργία του εγκεφάλου, του κεντρικού νευρικού συστήματος, των εσωτερικών οργάνων και των μυών ενώ βοηθούν και στην ανάπτυξη των ιστών (Williams 2014, deWit 2013). Επιπλέον, συμβάλουν στη διαδικασία μεταβολισμού των πρωτεϊνών και των λιπών και τέλος συμμετέχουν στην άμυνα του οργανισμού ενάντια στις λοιμώξεις αλλά και στην πρόληψη των χρόνιων ασθενειών (deWit, 2013).

Σύμφωνα με την Brown (2016) οι υδατάνθρακες αποτελούν το 50-60% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης και το μεγαλύτερο μέρος τους παρέχεται από τις φυτικές τροφές. Σύμφωνα με τον Williams (2014) οι υδατάνθρακες βρίσκονται σε τροφές φυτικής προέλευσης και πιο συγκεκριμένα βασικές-καλές διατροφικές πηγές είναι τα φρούτα, τα λαχανικά και τα προϊόντα ολικής άλεσης (ψωμί, δημητριακά).

## 2.4. Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι σύνθετες χημικές ουσίες-δομές που, όπως οι υδατάνθρακες, αποτελούνται από μόρια άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου. Έχουν όμως και ένα επιπλέον βασικό συστατικό, το άζωτο, που μαζί με τα άλλα τρία στοιχεία συνδυάζονται με πολλές και διαφορετικές αναλογίες από τις οποίες προκύπτουν δομές που καλούνται αμινοξέα. Οι πρωτεΐνες σχηματίζονται από την ένωση δύο αμινοξέων που δημιουργούν έναν πεπτιδικό δεσμό από τον οποίο προκύπτει ένα δυπεπτίδιο. Όταν σε αυτή την ένωση υπάρχουν περισσότερα αμινοξέα τότε σχηματίζεται ένα πολυπεπτίδιο. Οι περισσότερες πρωτεΐνες προκύπτουν από τον σχηματισμό πολυπεπτιδίων που συνδυάζουν περισσότερα από τριακόσια αμινοξέα (Williams, 2014). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τον Williams (2014) και τον deWit (2013) ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να συνθέσει ορισμένα αμινοξέα για την οικοδόμηση των πρωτεϊνών. Έντεκα είναι αυτά τα αμινοξέα και ονομάζονται μη απαραίτητα γιατί δεν είναι απαραίτητο να προσληφθούν μέσω της τροφής. Υπάρχουν όμως και εννέα αμινοξέα τα οποία δεν παράγει ο οργανισμός για αυτό και ονομάζονται απαραίτητα καθώς προσλαμβάνονται μόνο μέσω της τροφής. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι για να πραγματοποιηθεί η πρωτεϊνοσύνθεση στο σώμα, απαιτείται η παρουσία και των είκοσι αμινοξέων ταυτόχρονα, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη σωματική ανάπτυξη και λειτουργία.

Οι λειτουργίες της πρωτεΐνης στην ανθρώπινη διατροφή είναι πάρα πολλές και έχουν ζωτική σημασία για τον ανθρώπινο οργανισμό. Αρχικά, η πρωτεΐνη είναι κύριο θρεπτικό συστατικό και λειτουργεί μέσω της δράσης κάθε αμινοξέος, ως δομική βάση για τον σχηματισμό των περισσότερων από τους ιστούς του σώματος. Έχει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού και βοηθάει στη σύνθεση ενζύμων, ορμονών και διάφορων ενώσεων που υποστηρίζουν και ελέγχουν τις σωματικές λειτουργίες (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Επιπλέον, η πρωτεΐνη βοηθάει στη διατήρηση του ισοζυγίου των υγρών και στην οξεοβασική ισορροπία, ρυθμίζει την πήξη του αίματος, βοηθά στην πρόληψη των μολύνσεων και στην προστασία από ασθένειες μέσω της ανάπτυξης ανοσίας. Λειτουργεί ως φορέας θρεπτικών συστατικών στο αίμα και στα κύτταρα. Τέλος, ως βασικό συστατικό των περισσότερων ενζύμων του μυ χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας την ώρα της άσκησης (Williams, 2014).

Το ποσό πρωτεΐνης που είναι απαραίτητο να λαμβάνει ο άνθρωπος μέσα από τη διατροφή διαφέρει μεταξύ των σταδίων του κύκλου ζωής. Παρόλα αυτά, οι πρωτεϊνικές ανάγκες σε όλα τα στάδια εξαρτώνται από το σωματικό βάρος του ατόμου. Η ποσότητα της απαιτούμενης πρωτεΐνης ανά μονάδα σωματικού βάρους είναι μεγαλύτερη στη βρεφική ηλικία και στην εφηβεία ενώ με την ενηλικίωση μειώνεται και σταθεροποιείται. Το συνιστώμενο ποσοστό πρωτεϊνικής πρόσληψης για έναν ενήλικο είναι 0,8 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται η ποσότητα πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται ημερησίως να είναι ίση με 12-15% της ημερήσιας θερμιδικής πρόσληψης (Mahan et Escott-Stump, 2014, Williams 2014). Το 10-15% της συνολικής πρωτεϊνικής ανάγκης θα πρέπει να περιλαμβάνει τα απαραίτητα αμινοξέα (Williams, 2014). Όλες οι τροφές είτε φυτικές ακατέργαστες ζωικές, είτε φυτικές, έχουν στη σύνθεση τους και τα είκοσι αμινοξέα

αν και η ποσότητα τους σε αυτές είναι διαφορετική και ποικίλει. Οι πρωτεΐνες που βρίσκονται στα προϊόντα φυτικής προέλευσης θεωρείται ότι είναι χαμηλότερης ποιότητας από εκείνες στα προϊόντα ζωικής προέλευσης. Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι που οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης θεωρούνται υψηλότερης ποιότητας. Ο πρώτος λόγος είναι ότι η ζωική πρωτεΐνη καθώς περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα είναι πλήρης. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι στην ζωική πρωτεΐνη τα απαραίτητα αμινοξέα είναι σε μεγαλύτερες ποσότητες και σε καλύτερες αναλογίες (Williams, 2014). Από την άλλη πλευρά, πολλές από τις φυτικές πρωτεΐνες δεν περιέχουν επαρκείς ποσότητες ενός ή / και περισσότερων αμινοξέων, ενώ μπορεί κάποια αμινοξέα να μην τα περιέχουν καθόλου (Williams 2014, deWit 2013).

Σύμφωνα με τον Williams (2014) καλές διατροφικές πηγές πρωτεΐνης είναι οι ζωικές τροφές που προέρχονται από τις ομάδες των γαλακτοκομικών και του κρέατος, τα όσπρια και οι ξηροί καρποί, ενώ σημαντική επίδραση έχει ο συνδυασμός τροφών στην περιεκτικότητα πρωτεΐνης. Τα φρούτα, τα λαχανικά και τα δημητριακά δεν περιέχουν πολύ καλές ποσότητες πρωτεΐνης, ωστόσο περιέχουν ποικιλία πρωτεϊνών. Ο deWit (2013) ως πηγές πρωτεΐνης αναφέρει το κρέας, τα πουλερικά, τα ψάρια, τα αυγά, τα γαλακτοκομικά, τα δημητριακά και πληθώρα λαχανικών. Τέλος, αναφέρει την σόγια ως την μόνη φυτική πηγή που περιέχει και τα εννέα απαραίτητα αμινοξέα.

## 2.5. Λίπη

Αυτό που ονομάζουμε λίπος στην διατροφή μας στην πραγματικότητα αποτελείται από κάποιες ουσίες που είναι γνωστές ως λιπίδια. Τα λιπίδια είναι οργανικές ουσίες οι οποίες δεν διαλύονται στο νερό, αλλά διαλύονται σε κάποια συγκεκριμένα υγρά-διαλύτες όπως το οινόπνευμα. Τα βασικά λιπίδια που χρειάζεται ο άνθρωπος γιατί εκτελούν κάποιες από τις σημαντικότερες λειτουργίες στο σώμα του είναι: οι τριακυλογλυκερόλες, η χοληστερόλη και τα φωσfolιπίδια (Williams, 2014). Οι τριακυλογλυκερόλες γνωστές και ως τριγλυκερίδια είναι ένας συνδυασμός από λιπαρά οξέα και γλυκερόλη. Αυτή είναι η πρώτη μορφή με την οποία συναντάμε τα λιπίδια, με σκοπό να πραγματοποιηθεί η πρόσληψη και η αποθήκευση του λίπους στο σώμα. Τα λιπαρά οξέα ως προς τη δομή τους αποτελούνται από αλυσίδες ατόμων άνθρακα, οξυγόνου και υδρογόνου και εμφανίζουν κάποιες διαφορές στο μήκος και το βαθμό κορεσμού του υδρογόνου και του άνθρακα. Τα λιπαρά οξέα τα συναντάμε σε δύο μορφές:

- Στα κορεσμένα λιπαρά οξέα, τα οποία χρησιμοποιούν απλούς δεσμούς για να ενώσουν τα άτομα άνθρακα και έχουν πλήρη αναλογία ιόντων υδρογόνου και
- Στα ακόρεστα λιπαρά οξέα όπου η ένωση των ατόμων άνθρακα γίνεται με απλούς και διπλούς δεσμούς, κάτι που τα καθιστά ικανά να δέχονται υδρογόνο.

Όταν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα συνδέονται με ένα διπλό δεσμό και δέχονται δύο ιόντα υδρογόνου τότε ονομάζονται μονοακόρεστα, ενώ όταν συνδέονται με δύο ή περισσότερους διπλούς δεσμούς και δέχονται τέσσερα ή περισσότερα υδρογόνα ονομάζονται πολυακόρεστα. Όταν βρίσκονται σε θερμοκρασία δωματίου τα κορεσμένα εμφανίζονται με στερεή μορφή ενώ τα ακόρεστα με υγρή (Williams 2014, Κατσιλάμπρος 2010). Συνήθως τα λιπαρά οξέα με διπλό δεσμό συναντώνται στη

φύση με την *cis* μορφή τους, όπου τα ιόντα υδρογόνου στο διπλό δεσμό βρίσκονται στην ίδια πλευρά, είναι πιθανό όμως να τα δούμε και με την *trans* μορφή τους όπου τα ιόντα υδρογόνου βρίσκονται σε αντίθετες πλευρές. Όσον αφορά το κομμάτι της υγείας, αυξημένοι είναι οι κίνδυνοι που προκύπτουν από την υπερβολική πρόσληψη κορεσμένων και *trans* λιπαρών οξέων, ενώ θετική συνεισφορά παρουσιάζουν οι επαρκής ποσότητες μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Williams, 2014).

Ο οργανισμός για να μπορέσει να εκτελέσει τις διαδικασίες του μεταβολισμού χρειάζεται κάποια συγκεκριμένα λιπίδια. Από τα λιπίδια αυτά, το λινολεϊκό οξύ και κάποια  $\omega$ -3 λιπαρά οξέα δεν μπορούν να σχηματιστούν στο ήπαρ όπως συμβαίνει με τα υπόλοιπα και συνεπώς πρέπει να λαμβάνονται μέσω της τροφής. Η συνιστώμενη ελάχιστη επαρκή πρόσληψη λινολεϊκού οξέος ανά μέρα σύμφωνα με το Αμερικάνικο συμβούλιο Έρευνας είναι τρία με έξι γραμμάρια (Williams, 2014). Σύμφωνα με τους Gibney, Vorster et Kok (2015) η συνιστώμενη ποσότητα πρόσληψης λίπους είναι 20-30% στο σύνολο των θερμίδων, ενώ από αυτό το ποσοστό τα κορεσμένα λίπη πρέπει να περιοριστούν στο 10% της ολικής ποσότητας λίπους ή στο 2,5-3% της ολικής πρόσληψης θερμίδων.

Σχεδόν σε όλες τις τροφές υπάρχει έστω και μία μικρή ποσότητα λιπαρών. Τα λίπη που υπάρχουν σε κάθε τρόφιμο μπορούμε να τα συναντήσουμε είτε σε υψηλή περιεκτικότητα με ποσοστό 100%, όπως συμβαίνει στα περισσότερα μαγειρικά έλαια, είτε σε χαμηλή περιεκτικότητα με ποσοστό λιγότερο από 5-10%, με παράδειγμα τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά. Τροφές πλούσιες σε λίπη είναι το βούτυρο, τα έλαια, η μαγιονέζα, η μαργαρίνη και το λίπος στο κρέας. Υπάρχουν όμως και τροφές που έχουν κρυμμένο λίπος, δηλαδή ενώ έχουν υψηλή περιεκτικότητα αυτό δεν φαίνεται, κάτι που παρατηρείται στο πλήρες γάλα, στο τυρί, στους ξηρούς καρπούς, στα γλυκά, στα κράκερ, στα πατατάκια και σε πολλά άλλα έτοιμα τρόφιμα (Williams, 2014). Στην πλειοψηφία τους οι ζωικές τροφές από τις ομάδες κρέατος και γάλακτος έχουν μεγάλες ποσότητες λιπαρών και κυρίως κορεσμένων, ενώ στον αντίποδα βρίσκονται οι φυτικές τροφές στις οποίες συναντάμε κυρίως ακόρεστα λιπαρά οξέα και μάλιστα σε μικρές ποσότητες. Τα φρούτα, τα λαχανικά, τα φασόλια και τα δημητριακά είναι παραδείγματα φυτικών τροφών που έχουν μικρές ποσότητες λιπαρών, ενώ οι καρποί, οι σπόροι, και το αβοκάντο αποτελούν παραδείγματα εξόχου και είναι φυτικές τροφές πλούσιες σε λιπαρά (Williams 2014, Brown 2016). Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο, ότι στις τροφές από την ομάδα κρέατος, το ποσοστό επί τοις εκατό του λίπους μπορεί να εμφανίσει σημαντικές διαφορές και αναλογίες. Για παράδειγμα, το βοδινό και το χοιρινό ανήκουν στα κρέατα που έχουν μεγάλες ποσότητες λίπους ενώ τα πουλερικά και τα ψάρια έχουν μικρότερες ποσότητες. Οι ποσότητες αυτές μπορούν να μειωθούν με την αφαίρεση του εμφανούς λίπους από τα κρέατα και την αφαίρεση του δέρματος από τα πουλερικά (Williams, 2014).

Όπως όλα τα συστατικά έχουν τον ρόλο τους, έτσι συμβαίνει και με τα λιπίδια τα οποία συμμετέχουν σε πολλές λειτουργίες του οργανισμού και εκτελούν τους τρεις βασικούς σκοπούς της τροφής, δηλαδή σχηματίζουν ιστούς, συμμετέχουν στην ρύθμιση του μεταβολισμού και προσδίδουν ενέργεια. Οι βασικές λειτουργίες τους

όσον αφορά τη δομή του σώματος, είναι η κατασκευή κυτταρικών μεμβρανών, η μόνωση μέσω του λιπώδους ιστού για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σώματος και η απορρόφηση μηχανικών πιέσεων για την προστασία οργάνων. Όσον αφορά τη συμμετοχή τους στις λειτουργίες του μεταβολισμού, κυριαρχεί η χοληστερόλη, η οποία αποτελεί συστατικό στοιχείο πολλών ορμονών που βοηθούν στην ρύθμιση των διαδικασιών του μεταβολισμού. Επίσης, το συκώτι εκμεταλλεύεται μεγάλες ποσότητες χοληστερόλης, για να συνθέσει χολικά άλατα που βοηθούν στη διαδικασία της πέψης των λιπών. Τέλος, σχετικά με τη λειτουργία των λιπιδίων ως ενεργειακή πηγή, αυτή εξηγείται από το γεγονός ότι προσδίδουν ενέργεια για να μπορέσει ο οργανισμός να ολοκληρώσει τις μεταβολικές διεργασίες. Όταν ο οργανισμός βρίσκεται σε ηρεμία περίπου το 60% της ενέργειας που καταναλώνει προκύπτει από τον μεταβολισμό των λιπών, οι οποίοι παρέχουν 9 θερμίδες ανά γραμμάριο. Εδώ να αναφέρουμε ότι, μεγάλο ποσοστό της ενέργειας προέρχεται από τα λιπαρά οξέα ενώ μικρότερο από τις κετόνες (Williams, 2014). Σύμφωνα με τον deWit (2013) η αναγκαιότητα της πρόσληψης των λιπαρών οξέων βασίζεται στο γεγονός ότι βοηθούν στην ομαλή λειτουργία του οργανισμού, καθώς συμβάλλουν στην απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών και των θρεπτικών συστατικών φυτικής προέλευσης, λειτουργούν ως θερμικοί και ηλεκτρικοί μονωτές, διευκολύνουν τη μετάβαση των νευρικών ώσεων και δημιουργούν αίσθημα πληρότητας μετά το φαγητό.

## 2.6. Βιταμίνες

Γενικότερα οι βιταμίνες είναι μία ιδιαίτερη και ξεχωριστή κατηγορία δεκατριών θρεπτικών συστατικών των τροφίμων και ενώ συμβάλουν στις μεταβολικές διεργασίες του ανθρώπινου οργανισμού είναι αναγκαίες σε μικρά ποσά στην καθημερινότητα. Ωστόσο, παρά την μικρή αναγκαία ποσότητα καταγράφονται στα πιο σημαντικά απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τον άνθρωπο. Είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την υγεία του ανθρώπου καθώς η ανεπάρκεια τους μπορεί να οδηγήσει σε εξασθένηση του οργανισμού αλλά και σε αύξηση του κινδύνου εμφάνισης κάποιων νοσημάτων. Αντιστρόφως η επαρκής κατανάλωση τους βοηθάει στην καλύτερη διατήρηση της υγείας αλλά και στην αθλητική απόδοση (Williams, 2014). Εξάλλου και η ίδια η ονομασία τους δείχνει την σημαντικότητα τους αφού προέρχονται από τις λέξεις *vita* (=ζωή) και *αμίνη* (Βουδούρη, 2000).

Η εμφάνιση των βιταμινών είχε ξεκινήσει μέσα από την φυσιολογική τους δράση πριν ακόμα σημειωθεί και καθοριστεί η χημική τους δομή. Για αυτό και τα ονόματα τους στηρίχτηκαν στο αλφάβητο σύμφωνα με την χρονική σειρά ανακάλυψης (Williams, 2014).

Πιο αναλυτικά και από χημική άποψη οι βιταμίνες (γνωστές και ως οργανικοί ρυθμιστές) είναι σύνθετες οργανικές ουσίες και ενώσεις που υπάρχουν σε μικρές ποσότητες στα περισσότερα τρόφιμα και καθημερινά ο οργανισμός χρειάζεται ποσότητες του ύψους χιλιογραμμαρίων ή μικρογραμμαρίων εξαιτίας του ότι σε αρκετές περιπτώσεις δεν έχει την ικανότητα να τις συνθέσει (Brown, 2016).

Παρόλο που οι βιταμίνες όπως ήδη αναφέρθηκε είναι σημαντικές και απαραίτητες καθώς ρυθμίζουν πολλές λειτουργίες και διατηρούν την υγεία, φαίνεται πως δεν

συνιστούν πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Η θερμιδική τους αξία είναι μηδενική και δεν αποτελούν συστατικό για την δομή του σώματος όπως οι πρωτεΐνες και κάποια από τα όργανα συστατικά (Williams, 2014). Μια καλά ισορροπημένη διαίτα μπορεί να παρέχει στον οργανισμό επαρκή πρόσληψη των δεκατριών απαραίτητων θρεπτικών συστατικών (βιταμινών) οι οποίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες με βάση την διαλυτότητα τους, τις λιποδιαλυτές και τις υδατοδιαλυτές.

### **Λιποδιαλυτές βιταμίνες**

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες είναι τέσσερις: οι A, D, E και K. Επειδή διαλύονται στο λίπος και δεν διαλύονται στο νερό, λαμβάνονται από τρόφιμα που αποτελούνται κυρίως από λίπος. Ο οργανισμός έχει την ικανότητα να παράγει κάποιες από τις λιποδιαλυτές βιταμίνες και συγχρόνως να κρατάει κάποια σημαντικά αποθέματα αυτών (Williams, 2014). Πιο αναλυτικά για τις λιποδιαλυτές βιταμίνες:

*Βιταμίνη Α (ρετινόλη):* Στις βασικές λειτουργίες της βιταμίνης Α ανήκουν η διατήρηση των επιθηλιακών κυττάρων, η σωστή και καλύτερη λειτουργία της όρασης ενώ απαραίτητη είναι και για την ομαλή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. (Williams, 2014). Επιπλέον, είναι σημαντική για την αύξηση και την ανάπτυξη καθώς και για την ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης και την διαφοροποίηση των ιστών (Gibney, Vorster et Kok, 2015). Η έλλειψη της μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ξηροφθαλμία και να επιφέρει κακό σχηματισμό και μειωμένη ανάπτυξη των οστών (Οικονομίδου-Πιερίδου, 2012). Τέλος, για το βήτα-καροτένιο καταγράφεται η αντιοξειδωτική του δράση. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς που καταγράφονται είναι 900μg για τους ενήλικες άνδρες και 700μg για τις ενήλικες γυναίκες. Λίγο πιο χαμηλά είναι τα ποσά για τα παιδιά. Καλές διατροφικές πηγές της βιταμίνης Α είναι κάποια ζωικά τρόφιμα που έχουν μεγάλες ποσότητες όπως το συκώτι, το βούτυρο, το εμπλουτισμένο γάλα καθώς επίσης και σκούρα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και κάποια φρούτα όπως πορτοκάλι, ανανάς, πεπόνι (Williams 2014, Οικονομίδου-Πιερίδου 2012).

*Βιταμίνη D:* Στις κύριες λειτουργίες της αναφέρονται η επίδραση της στο μεταβολισμό των οστών μέσα από τη ρύθμιση του ασβεστίου και του φωσφόρου. Συμβάλλει στην απορρόφηση το ασβεστίου από το έντερο και τα νεφρά παρέχοντας έτσι βοήθεια για διατήρηση φυσιολογικών επιπέδων ασβεστίου στο πλάσμα και συνεπώς καλό μεταβολισμό των οστών. Τέλος βοηθά και στην ανάπτυξη του δέρματος (Williams, 2014) και συμμετέχει στην διαδικασία ρύθμισης του επιπέδου αμινοξέων στο αίμα (Nestle, 1987). Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς αναφέρονται σε μικρογραμμάρια και είναι 5μg για τους νεότερους άντρες και γυναίκες ενώ η ποσότητα αυτή αυξάνεται για τους ηλικιωμένους και φτάνει το 10μg για ηλικίες 51-70 ετών και 15μg για μεγαλύτερους. Διατροφικές πηγές της βιταμίνης D αποτελούν τα λιπαρά ψάρια, το γάλα και τα δημητριακά. Επίσης, ο οργανισμός έχει την ικανότητα να συνθέτει βιταμίνη D με την έκθεση του δέρματος στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου (Williams 2014, Nestle 1987).

*Βιταμίνη E:* Βασική λειτουργία της είναι η προστασία του κυττάρου από βλάβες κάτι που το επιτυγχάνει μέσα από την αντιοξειδωτική της δράση που προλαμβάνει την οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων, των φωσφολιπιδίων και της κυτταρικής μεμβράνης. Συμβάλλει στην πρόληψη και την εμπόδιση της οξείδωσης της βιταμίνης A (Williams, 2014). Ακόμα, λόγω της αντιοξειδωτικής της δράσης προστατεύει και προλαμβάνει καταστάσεις που έχουν σχέση με το οξειδωτικό στρες (Gibney, Vorster et Kok, 2015). Η διαιτητική πρόσληψη αναφοράς είναι 15μg για τους ενήλικες ενώ για τα παιδιά το ποσό αυτό είναι αρκετά μικρότερο. Διατροφικές της πηγές αποτελούν τα λιπίδια που υπάρχουν στα λαχανικά ενώ καλύτερες διαιτητικές πηγές αποτελούν τα πολυακόρεστα φυτικά έλαια, τα εμπλουτισμένα και τα ολικής άλεσης δημητριακά καθώς επίσης και το κρέας, τα γαλακτοκομικά και τα φρούτα με μέτρια ως μικρή ποσότητα βιταμίνης E (Williams, 2014).

*Βιταμίνη K:* Κύρια λειτουργία της είναι η πήξη του αίματος την οποία επιτυγχάνει μέσα από τη σύνθεση τεσσάρων συστατικών που χρειάζονται στα στάδια της διαδικασίας πήξης. Επίσης, ενδυναμώνει τα οστά αυξάνοντας τη δράση μιας πρωτεΐνης που έχει βασικό ρόλο στη διαδικασία. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς είναι 120μg για τους άντρες και 90μg για της γυναίκες. Υπάρχει σε ποικιλία τροφίμων τόσο φυτικών όσο και ζωικών με καλύτερες διατροφικές πηγές να είναι τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και ακολουθούν το κρέας και το γάλα. Ακόμα μπορεί να σχηματιστεί στο έντερο από βακτήρια (Williams, 2014).

### **Υδατοδιαλυτές βιταμίνες**

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες είναι εννιά από τις οποίες οκτώ ανήκουν στο σύμπλεγμα B και η βιταμίνη C. Υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία τροφίμων αλλά λόγω της φύσης τους, που διαλύονται στο νερό δεν μπορούν να αποθηκευτούν στον οργανισμό εκτός από κάποιες εξαιρέσεις που αποθηκεύονται σε αξιοσημείωτες και σημαντικές ποσότητες (Williams, 2014). Οποιαδήποτε πιθανή περίσσεια αυτών απεκκρίνεται με τα ούρα. Επομένως χρειάζεται καθημερινός εφοδιασμός του οργανισμού με υδατοδιαλυτές βιταμίνες B και C για να προληφθούν αβιταμινώσεις (Κυπαρισσίου, 2001). Όταν δεν γίνεται επαρκής πρόσληψη κάποιων από αυτών των βιταμινών ύστερα από δύο με τέσσερις εβδομάδες φανερώνονται τα αποτελέσματα έλλειψης τα οποία συνήθως επηρεάζουν και μειώνουν την ικανότητα για άσκηση (Williams, 2014). Πιο αναλυτικά για τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες:

*Βιταμίνη B:* Στο σύμπλεγμα των βιταμινών B υπάρχουν πολλές βιταμίνες με παρόμοια δράση και συχνά βρίσκονται όλες μαζί στα τρόφιμα. Η σημασία που έχουν οι βιταμίνες B για τον οργανισμό οφείλεται στη συμβολή τους για την απελευθέρωση ενέργειας από τα τρόφιμα. Οι σημαντικότερες από τις βιταμίνες B είναι: (Γαλανός, 2001).

*Βιταμίνη B1 (θειαμίνη):* Από τις κύριες λειτουργίες της είναι η συμβολή της για την καλή λειτουργία του νευρικού συστήματος καθώς και η παραγωγή ενέργειας από το γλυκογόνο στους μύες. Επιπλέον, συμβάλλει στον μεταβολισμό της γλυκόζης και είναι

μέρος ενός συνενζύμου που βοηθά στην μετατροπή του πυροσταφυλικού οξέος σε ακετυλοσυνένζυμο Α. Στο παρελθόν οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούσαν να λαμβάνονται 0,5μg ανά 1.000 θερμίδες ενώ τώρα το ποσό αυτό έχει γίνει 1,2μg για τους άντρες και 1,1μg για τις γυναίκες. Σημαντικές ποσότητες B1 συναντάμε τόσο σε φυτικά όσο και σε ζωικά τρόφιμα, ενώ καλές διατροφικές πηγές είναι το κρέας, τα δημητριακά ολικής άλεσης, τα φασόλια, οι ξηροί καρποί και πολλά φρούτα και λαχανικά. Τέλος, μπορεί να συντεθεί στο έντερο από βακτήρια (Williams, 2014).

*Βιταμίνη B2 (Ριβοφλαβίνη):* Έχει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία οξειδωτικών ενζύμων που συμβάλουν στη παραγωγή ενέργειας από τους υδατάνθρακες και τα λίπη. Συμμετέχει στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών ενώ διατηρεί και την καλή υγεία του δέρματος. Στο παρελθόν οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούσαν να λαμβάνονται 0,6μg ανά 1.000 θερμίδες ενώ τώρα το ποσό αυτό έχει γίνει 1,3μg για τους άντρες και 1,1μg για τις γυναίκες. Απαντάται σε μεγάλη ποικιλία τροφίμων με τις καλύτερες να είναι τα γαλακτοκομικά, το συκώτι, τα αυγά, τα σκούρα πράσινα φυλλώδη λαχανικά καθώς και το εμπλουτισμένο ψωμί και τα δημητριακά (Williams, 2014).

*Βιταμίνη B3 (Νιασίνη):* Από τις βασικές λειτουργίες της αποτελούν η συμμετοχή για την ολοκλήρωση των ενεργειακών διεργασιών του κυττάρου καθώς είναι συστατικό δύο συνενζύμων που σχετίζονται με αυτές. Συμμετέχει στην παραγωγή ενέργειας μέσα από τη γλυκόλυση και το μεταβολισμό των λιπιδίων. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς που σημειώνονται είναι 16μg για τους άντρες και 14μg για τις γυναίκες. Την συναντάμε σε τρόφιμα που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Συνεπώς υπάρχει σε μεγάλη ποσότητα στο άπαχο κρέας, στα πουλερικά, στα ψάρια, στα δημητριακά ολικής άλεσης, στα όσπρια και στα εμπλουτισμένα τρόφιμα (Williams, 2014). Ενώ σύμφωνα με την Τριχοπούλου (2015), την συναντάμε και σε ξηρούς καρπούς και όσπρια.

*Βιταμίνη B6 (πυριδοξίνη):* Έχει βασικό ρόλο στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπιδίων. Σημαντική είναι η συμμετοχή της στις λειτουργίες πολλών ενζύμων που σχετίζονται με τη σύνθεση των μη απαραίτητων αμινοξέων αλλά και την ένταξη των αμινοξέων σε πρωτεΐνες. Επίσης, συμβάλλει στη μετατροπή της τρυπτοφάνης σε νιασίνη αλλά και στη δημιουργία των νευροδιαβιβαστών. Ακόμα χρησιμοποιείται στη διάσπαση του γλυκογόνου των μυών και στη νεογλυκογένεση στο συκώτι. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς παρουσιάζουν διακυμάνσεις ανάλογα με την ηλικία αλλά και την πρόσληψη πρωτεϊνών. Ωστόσο, οι συστάσεις λένε 1.3μg την μέρα. Απαντάται σε μεγάλη ποικιλία τροφίμων με εξαιρετικές πηγές να αποτελούν τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες όπως το κρέας, τα πουλερικά, τα ψάρια, το σκούρο ρύζι και τα αυγά (Williams, 2014).

*Βιταμίνη B12 (Κυανοκοβαλαμίνη):* Είναι τμήμα πολλών συνενζύμων που υπάρχουν σε όλα τα κύτταρα και χρειάζονται για τη σύνθεση του DNA. Έχει σημαντικό ρόλο

στην ωρίμανση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και συμβάλλει στη δημιουργία προστατευτικού ελύτρου των νεύρων. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς προτείνουν για τους ενήλικες 2,4μg την μέρα. Δεν τη βρίσκουμε στα φυτικά τρόφιμα παρά μόνο σε μικροοργανισμούς ορισμένων. Τη συναντάμε σε υψηλή περιεκτικότητα μόνο σε ζωικά τρόφιμα όπως κρέας, πουλερικά, ψάρια, αυγά, τυρί και γάλα (Williams, 2014).

*Φυλλικό οξύ:* Είναι κομμάτι ενός συνενζύμου που χρειάζεται για τη σύνθεση του DNA. Είναι απαραίτητο για την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων και χρειάζεται οπωσδήποτε στα αρχικά στάδια της κύησης όπου γίνεται ασταμάτητη διαίρεση των εμβρυικών κυττάρων (Williams, 2014). Επίσης, αποτελεί συνένζυμο με σημαντικό ρόλο σε πολλές λειτουργικές αντιδράσεις (Γαλανός, 2001). Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς προτείνουν για τους ενήλικες 400μg ανά ημέρα. Το ποσό αυτό αυξάνεται στα πρώτα στάδια της κύησης σε 600μg. Εξαιρετικές διαιτητικές πηγές αποτελούν τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά. Ακολουθούν το συκώτι, τα εντόσθια, τα όσπρια, τα δημητριακά ολικής άλεσης, και κάποια φρούτα όπως πορτοκάλια και μπανάνες (Williams, 2014).

*Παντοθενικό οξύ:* Βασικό ρόλο κατέχει στον ενεργειακό μεταβολισμό καθώς αποτελεί συστατικό του συνενζύμου A και συμβάλλει στη νεογλυογένεση αλλά και στο σχηματισμό και την αποδόμηση των λιπαρών οξέων. Επιπλέον, βοηθάει στο σχηματισμό της ακετυλοχολίνης, ενός νευροδιαβιβαστή που είναι υπεύθυνος για την μυϊκή συστολή. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 5μg ανά ημέρα για τους ενήλικες. Το συναντάμε σε ποικιλία τροφίμων τόσο φυτικά όσο και ζωικά με σημαντικότερες πηγές να αποτελούν τα εντόσθια, τα όσπρια, τα αυγά, η μαγιά και τα δημητριακά ολικής άλεσης. Στα τρόφιμα που έχει γίνει μεγάλη επεξεργασία αποβάλλεται μεγάλο μέρος του παντοθενικού οξέως (Williams, 2014).

*Βιοτίνη:* Επειδή είναι συνένζυμο πολλών ενζύμων έχει ρόλο στο μεταβολισμό των αμινοξέων και στη σύνθεση της γλυκόζης και των λιπαρών οξέων. Αναφέρεται ότι λόγω του ρόλου της στη νεογλυογένεση μπορεί να επιδρά στην αντοχή των ασκουμένων. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 30μg ανά ημέρα για τους ενήλικες. Τη βρίσκουμε στα εντόσθια, στο συκώτι, στους κρόκους αυγού, στα όσπρια και στα σκούρα πράσινα φυλλώδη λαχανικά. Τέλος, σχηματίζεται από τα βακτήρια του εντέρου (Williams, 2014).

*Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ):* Έχει πολλές και διαφορετικές δράσεις και λειτουργίες στον οργανισμό. Σύμφωνα με τον Padh (1991), λειτουργεί με σκοπό τη μετατροπή των μεταλλικών ιόντων των ενζύμων θέλοντας να τα ενεργοποιήσει. Βασική της λειτουργία αποτελεί η σύνθεση του κολλαγόνου το οποίο χρειάζεται για τη σύνθεση και τη διατήρηση του συνδετικού ιστού (χόνδρων, τενόντων, οστών). Συμβάλλει στη σύνθεση της επινεφρίνης (αδρεναλίνης) που εκκρίνεται σε συνθήκες στρες όπως η άσκηση. Συμμετέχει στην απορρόφηση κάποιων μορφών σιδήρου και στη σύνθεση των αιμοσφαιρίων. Διαμορφώνει το μεταβολισμό των αμινοξέων, της χοληστερόλης

και του φυλλικού οξέος. Έχει βασικό ρόλο στην επούλωση των τραυματισμών. Τέλος, αποτελεί ισχυρό αντιοξειδωτικό και δρα εξουδετερώνοντας τις επικίνδυνες ελεύθερες ρίζες (Στεργιούλας, 2005). Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 90μg ανά ημέρα για τους άντρες και 75μg για τις γυναίκες ενώ, λίγο πιο μικρά είναι τα ποσά για τα παιδιά. Τη βρίσκουμε γενικά σε φρούτα και λαχανικά. Εξαιρετικές διαιτητικές πηγές είναι τα εσπεριδοειδή και τα φυλλώδη κομμάτια των πράσινων λαχανικών ενώ μεγάλη περιεκτικότητα έχουν και τα πορτοκάλια, τα γκρέιπφρουτ και τα μπρόκολα. Άλλες σημαντικές πηγές συνιστούν οι πατάτες, οι ντομάτες, οι πράσινες πιπεριές και οι φράουλες (Williams, 2014).

## **2.7. Ανόργανα συστατικά**

Εκτός από τα κύρια συστατικά όλα τα τρόφιμα περιέχουν διαφορετικές ποσότητες ανόργανων στοιχείων (Βουδούρη, 2000). Ως ανόργανα στοιχεία χαρακτηρίζονται όλα τα στοιχεία, (μέταλλα και αμέταλλα) που εμφανίζονται με τη μορφή ιόντων ή με τη μορφή χημικής ένωσης (Ανδρικόπουλος, 2015). Τα ανόργανα συστατικά παρουσιάζουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή και είναι απαραίτητα για τη ρύθμιση ορισμένων λειτουργιών (Βουδούρη, 2000). Πιο συγκεκριμένα συμμετέχουν ως δομικά υλικά για την ανάπτυξη και την επισκευή των ιστών (δοντιών, οστών κ.α.) και συμβάλουν στη ρύθμιση του μεταβολισμού. Κάποια από τα ανόργανα συστατικά χαρακτηρίζονται ως ιόντα ή ηλεκτρολύτες επειδή έχουν ηλεκτρικό φορτίο και συνεπώς χρειάζονται για την ενεργοποίηση ορισμένων ορμονών και ενζύμων. Πέρα από τη συμβολή τους στις παραπάνω βασικές λειτουργίες, έχουν και άλλες φυσιολογικές διεργασίες τις οποίες ρυθμίζουν, όπως την φυσιολογική νευρική και μυϊκή λειτουργία, τη μεταφορά του οξυγόνου, τη διατήρηση αποθεμάτων νερού στο σώμα, τη πήξη του αίματος και τη φυσιολογική καρδιακή λειτουργία. Δρουν ως καταλύτες για πλείστες κυτταρικές λειτουργίες, συνδέονται συνήθως για τον σχηματισμό αλάτων και ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας (Williams, 2014).

Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι τα ανόργανα συστατικά δεν είναι πηγή ενέργειας. Η πρόσληψη τους γίνεται τόσο από φυτικές όσο και από ζωικές τροφές και από το νερό που θεωρείτε σημαντική πηγή. Επειδή αποβάλλονται καθημερινά από τον οργανισμό μέσα από τον ιδρώτα, τα ούρα και τα κόπρανα χρειάζεται οπωσδήποτε ο ανεφοδιασμός τους. Για πολλά από αυτά δεν πραγματοποιείται πλήρη απορρόφηση από το έντερο και πολλές φορές, η απορρόφηση τους επηρεάζεται από κάποιες ουσίες των τροφίμων ενώ μπορούν να μεταβάλουν και την απορρόφηση άλλων ανόργανων συστατικών (Williams, 2014). Επειδή η δράση τους αλληλοσυσχετίζεται, η μείωση του ενός μπορεί να μεταβάλει την δράση του άλλου.

Τα ανόργανα συστατικά διαχωρίζονται σε μακροστοιχεία που απαντούν σε σημαντικά ποσά ως συστατικά των αλάτων και σε ιχνοστοιχεία που υπάρχουν σε μικρότερα και ελάχιστα ποσά. Τα μακροστοιχεία είναι εφτά και σε αυτά ανήκουν το κάλιο, το νάτριο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το χλώριο, τα θείο, τα φωσφορικά και τα όξινα ανθρακικά άλατα (Βουδούρη, 2000). Για να θεωρηθεί ένα ανόργανο συστατικό ως μακροστοιχείο χρειάζεται η Διαιτητική Πρόσληψη Αναφοράς ή η Εκτιμώμενη ως

Ασφαλής Επαρκής Πρόσληψη να προτείνει κατανάλωση πάνω από 100μg / ημέρα ή να υπάρχουν στον οργανισμό σε ποσότητα πάνω από 5 γραμμάρια. Πιο αναλυτικά για το κάθε μακροστοιχείο:

*Ασβέστιο (Ca)*: Από τις βασικές του λειτουργίες είναι η παροχή δύναμης στο σκελετό (του οποίου αποτελεί δομικό συστατικό σε ποσοστό 98%) μέσω της δημιουργίας αλάτων (π.χ. φωσφορικό ασβέστιο). Επίσης, συμμετέχει στο σχηματισμό των δοντιών και επηρεάζει τον ανθρώπινο μεταβολισμό όταν έχει την μορφή ιόντων ή όταν συνδέεται με κάποιες πρωτεΐνες. Τα ιόντα του συμμετέχουν σε όλα τα είδη μυϊκής σύσπασης ενώ το ίδιο το ασβέστιο συμβάλλει στη σύνθεση αλλά και στην αποδόμηση του γλυκογόνου των μυών και του ήπατος (Williams, 2014). Χρειάζεται για την καλή λειτουργία του νευρικού και μυϊκού μας συστήματος, για τη φυσιολογική πήξη του αίματος, για την βελτίωση της ορμονικής λειτουργίας του οργανισμού μας καθώς και για την ομαλή λειτουργία της πέψης (Μανιός, 2006). Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς διαφοροποιούνται με βάση την ηλικιακή ομάδα αλλά και κατά περιπτώσεις. Σε γενικές γραμμές τα παιδιά κινούνται από 500 έως 1000mg, οι έφηβοι από 1000 έως 1300mg, ενώ για τους ενήλικες από 18-50 ετών συστήνονται 1000mg και για άνω των 50 ετών 1200mg ανά ημέρα. Απαντάται σε μεγάλες ποσότητες στα γαλακτοκομικά προϊόντα, στα ψάρια με μικρά κόκαλα όπως σαρδέλες, σολομός σε κονσέρβα και γαύρος, στο μπρόκολο, στο λάχανο, στα όσπρια και στους ξηρούς καρπούς. Για την πιο εύκολη απορρόφηση του ασβεστίου από τον οργανισμό μας, είναι απαραίτητη στη διατροφή μας η παρουσία της βιταμίνης D, της λακτόξης, καθώς και των πρωτεϊνών που ενισχύουν την αφομοίωση του. Από την άλλη πλευρά όταν γίνεται υπερβολική κατανάλωση ζωικής πρωτεΐνης, φυτικών αλάτων και τροφών που περιέχουν μεγάλες ποσότητες φυτικών ινών μειώνεται η απορρόφηση του ασβεστίου (Williams, 2014).

*Φώσφορος (P)*: Καταγράφεται ως το δεύτερο πιο άφθονο και διαδεδομένο στοιχείο του οργανισμού μας μετά από το ασβέστιο. Συμμετέχει στον ανθρώπινο μεταβολισμό με την μορφή φωσφορικού άλατος. Βοηθάει στη ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας, στη καλή λειτουργία πολλών βιταμινών του συμπλέγματος B και στο σχηματισμό των κυτταρικών μεμβρανών και του DNA. Πραγματοποιεί ένωση με το ασβέστιο και έτσι δημιουργείται το φωσφορικό ασβέστιο που είναι απαραίτητο στη δομή των οστών και των δοντιών. Ακόμα, είναι τμήμα κάποιων μορίων που παρέχουν υψηλή ενέργεια και χρειάζονται για τη μυϊκή σύσπαση και τέλος συμβάλλει στην απελευθέρωση του οξυγόνου από τους μυϊκούς ιστούς. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 700mg / ημέρα για τους ενήλικες, ενώ αναφέρουν πως για ηλικίες 1-25 ετών το ποσό αυτό πρέπει να αυξηθεί (Williams, 2014). Καλές διατροφικές πηγές του φωσφόρου είναι τα θαλασσινά, το κρέας, το γάλα, τα αυγά, το τυρί, τα όσπρια, οι ξηροί καρποί, τα δημητριακά και πολλά από τα λαχανικά (Williams 2014, Τριχοπούλου 2015).

*Μαγνήσιο (Mg)*: Σημαντικό ρόλο σύμφωνα με τους Sojka et Weaver (1995), έχει στο μεταβολισμό των οστών ενώ συμβάλλει και στην ανθεκτικότητά τους. Ακόμα, έχει

καταγραφεί και ο σημαντικός του ρόλος σε πληθώρα φυσιολογικών διεργασιών και λειτουργιών του οργανισμού όπως καρδιαγγειακές, νευρομυϊκές και ορμονικές. Καθώς αποτελεί τμήμα της ΑΤΡασης χρησιμοποιείται για τη μυϊκή σύσπαση αλλά και για όλες τις λειτουργίες που παίρνουν ενέργεια από το ΑΤΡ. Επίσης, συμμετέχει στη σύνθεση των πρωτεϊνών και κάποιων άλλων μορίων, βοηθά τον μεταβολισμό της γλυκόζης και δεν επιτρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιες από τις δράσεις του ασβεστίου (Williams, 2014). Σύμφωνα με τον Στεργίουλα (2005), το μαγνήσιο είναι σημαντικό για την καλή λειτουργία της καρδιάς, των μυών και των νεφρών καθώς και για την υγεία των οστών, ενώ ενεργοποιεί και διάφορα ένζυμα που συμβάλλουν στη παραγωγή ενέργειας. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 400mg για τους άνδρες και 310mg για τις γυναίκες. Αυτές οι ποσότητες διαφέρουν ελάχιστα για τα παιδιά και τους εφήβους. Καλές διατροφικές πηγές είναι οι ξηροί καρποί, τα θαλασσινά, τα λαχανικά, τα φρούτα και τα δημητριακά ολικής άλεσης (Williams, 2014) τα κρέατα, το κακάο και η σοκολάτα (Στεργίουλας, 2005).

Στα ιχνοστοιχεία ή αλλιώς μικροστοιχεία, τα οποία είναι αναγκαία σε ποσότητες μικρότερες από 100mg / μέρα ανήκουν:

*Σίδηρος (Fe):* Μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες που εκτελεί στον οργανισμό είναι η δημιουργία μορίων που χρειάζονται για τη μεταφορά και τη χρήση του οξυγόνου από τους πνεύμονες. Επίσης, βοηθά στο σχηματισμό της αιμοσφαιρίνης και της μυοσφαιρίνης, στη μεταφορά των ηλεκτρονίων και τέλος χρειάζεται για οξειδωτικές διαδικασίες. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς σημειώνουν πως χρειάζονται 8mg για τους άνδρες και 18mg για τις γυναίκες. Στην εφηβεία τα αγόρια χρειάζονται 11mg και τα κορίτσια 15mg καθημερινά. Καλές διατροφικές πηγές αποτελούν το συκώτι, το άπαχο κρέας, τα ψάρια, τα πουλερικά, τα οστρακοειδή, τα όσπρια, τα δημητριακά, τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, τα ξερά βερίκοκα, οι χουρμάδες και οι σταφίδες (Williams, 2014). Η Οικονομίδου-Πιερίδου (2012) συμπληρώνει τις φακές, τα φασόλια και τα αυγά.

*Χαλκός (Cu):* Σε συνδυασμό με το σίδηρο συμμετέχουν στο μεταβολισμό του οξυγόνου. Έχει αντιοξειδωτικό ρόλο και εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες. Τέλος, βοηθάει στη σωστή χρήση και απορρόφηση του σιδήρου και στο σχηματισμό της αιμοσφαιρίνης. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 900mg ανά ημέρα για τους ενήλικες. Υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στα θαλασσινά, στο κρέας, στους ξηρούς καρπούς, στα φασόλια και στα δημητριακά, ενώ ακολουθούν με μικρότερες ποσότητες τα ψάρια, τα πουλερικά, τα αυγά, το αβοκάντο, οι μπανάνες και το μπρόκολο (Williams, 2014).

*Ψευδάργυρος (Zn):* Στις βασικές του λειτουργίες καταγράφονται η συμμετοχή στο μεταβολισμό της ενέργειας, η πρωτεϊνοσύνθεση και η επούλωση των τραυμάτων. Ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα, ενεργοποιώντας τα λευκά αιμοσφαίρια και το λεμφικό σύστημα. Συμβάλλει στην σεξουαλική ωρίμανση και τέλος συμμετέχει στις αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς

συνιστούν 11mg για τους άνδρες και 8mg για τις γυναίκες ανά ημέρα. Βασικές διατροφικές πηγές είναι το κρέας, το γάλα, τα θαλασσινά, τα στρείδια, τα ψάρια, τα πουλερικά, οι ξηροί καρποί, τα δημητριακά ολικής άλεσης και τα λαχανικά (Williams, 2014).

*Χρώμιο (Cr):* Ως βασική λειτουργία του χρωμίου καταγράφεται η ικανότητα του να επηρεάζει και να ενισχύει τη δράση της ινσουλίνης και επομένως την ανοχή στη γλυκόζη που οδηγεί στον καλύτερο και φυσιολογικό μεταβολισμό της στο αίμα. Σχετίζεται με τον μεταβολισμό των λιπιδίων και των πρωτεϊνών ενώ παρέχει και βοήθεια στην μεταφορά των αμινοξέων προς τους μύες. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συνιστούν 35mg για τους άνδρες και 25mg για τις γυναίκες ανά ημέρα. Καλές διατροφικές πηγές είναι η μαγιά μύρας, οι ξηροί καρποί, τα δημητριακά ολικής άλεσης, το κρέας, το τυρί, η μελάσα, τα μανιτάρια, τα στρείδια και τα σπαράγγια (Williams, 2014).

*Σελήνιο (Se):* Στις βασικές του λειτουργίες αναφέρεται πως ως συστατικό αρκετών ενζύμων συμμετέχει στον καταβολισμό των ελεύθερων ριζών αλλά και στην ενίσχυση των τμημάτων που προλαμβάνουν την καταστροφή και τη φθορά των κυτταρικών δομών. Τέλος, σε συνδυασμό με την βιταμίνη E λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό και συμβάλλει στην πρόληψη του καρκίνου. Οι διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς συστήνουν να καταναλώνονται 55mg ανά ημέρα από τους ενήλικες. Το σελήνιο το βρίσκουμε σε μεγάλες ποσότητες στα θαλασσινά, στα εντόσθια όπως το συκώτι, στο κρέας, στα δημητριακά που παράγονται σε έδαφος πλούσιο σε σελήνιο, και ακολουθούν τα ψάρια, τα πουλερικά και οι ξηροί καρποί (Williams, 2014).

*Βόριο (B):* Ο ρόλος που φαίνεται να έχει το βόριο στον οργανισμό σχετίζεται με τη δομή και τη δράση της κυτταρικής μεμβράνης. Συμμετέχει και επηρεάζει τον μεταβολισμό των ανόργανων συστατικών και των στεροειδών ορμονών και ό,τι σχετίζεται με αυτές. Κατά τον Nielsen (1992) ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται περίπου 0,5-1,0mg βόριου ανά ημέρα. Απαντάται κυρίως σε φυτικές τροφές όπως τα ξερά φρούτα, τα φρέσκα λαχανικά, οι ξηροί καρποί, τα όσπρια, τα μήλα, τα σταφύλια και το κρασί (Williams, 2014).

*Βανάδιο (V):* Βασικό ρόλο φαίνεται να έχει στον μεταβολισμό των υδατανθράκων και των λιπιδίων αλλά και σε γενικότερες ενζυματικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στον οργανισμό. Έχει παρόμοια δράση με την ινσουλίνη για αυτό και λειτουργεί ως αναβολικό στους μύες. Δεν έχουν καθιερωθεί διαιτητικές προσλήψεις αναφοράς καθώς δεν έχει διευκρινιστεί η ανάγκη για πρόσληψη, ωστόσο σύμφωνα με έρευνες πάνω σε ζωικά μοντέλα κάποιοι ειδικοί πιστεύουν πως οι άνθρωποι έχουν ανάγκη από 10-100mg ανά ημέρα. Το βανάδιο το βρίσκουμε κυρίως στα οστρακοειδή, στο μαϊντανό, στα δημητριακά, στα μανιτάρια και στο μαύρο πιπέρι (Williams, 2014).

Υπάρχουν και άλλα ιχνοστοιχεία τα οποία με τη δράση τους συμβάλουν και επηρεάζουν τη φυσιολογική λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού ενώ φαίνεται να

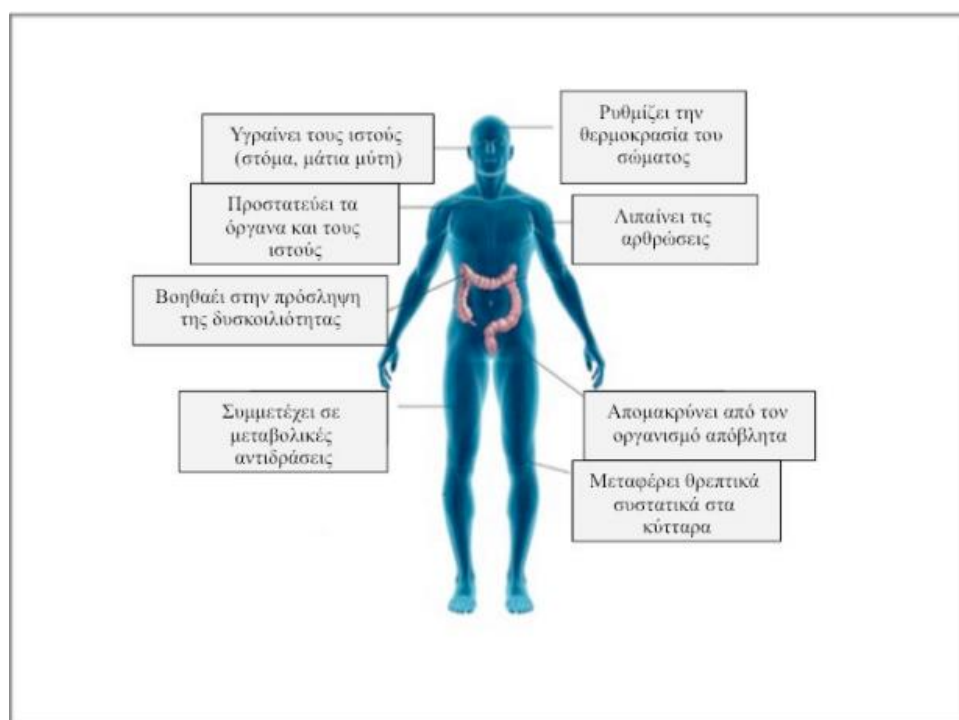
επιδρούν στην υγεία αλλά και στη σωματική και αθλητική απόδοση. Σε αυτά ανήκουν: το κοβάλτιο (Co) το οποίο είναι συστατικό της βιταμίνης B12 και βοηθάει στην ανάπτυξη των ερυθρών αιμοσφαιρίων με καλές διατροφικές πηγές του να αποτελούν το κρέας, το γάλα και το συκώτι. Το Φθόριο (F) που είναι σημαντικό για τη δημιουργία γερών οστών και δοντιών και βρίσκεται στο γάλα, στα θαλασσινά, στο πόσιμο νερό και στον κρόκο αυγού. Το Ιώδιο (I) το οποίο συμμετέχει στο σχηματισμό των θυροειδικών ορμονών και το βρίσκουμε στο ιωδιωμένο αλάτι, στα θαλασσινά και στα λαχανικά. Το Μαγγάνιο (Mn) που έχει ρόλο στον ενεργειακό μεταβολισμό, τον σχηματισμό των οστών και του λίπους και το βρίσκουμε στα δημητριακά, στον αρακά, τα φασόλια, τις μπανάνες και στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά. Και τέλος, το Μολυβδένιο (Mo) το οποίο έχει ρόλο στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και των λιπιδίων και απαντάται στο συκώτι, στα φασόλια, στον αρακά και στα δημητριακά ολικής άλεσης. Τα συστατικά αυτά είναι προτιμότερο να προσλαμβάνονται από φυσικές, μη επεξεργασμένες τροφές διότι κατά την επεξεργασία των τροφίμων πολλά ιχνοστοιχεία αποβάλλονται (Williams, 2014).

## **2.8. Νερό**

Το νερό είναι ζωτικής σημασίας και χαρακτηρίζεται ως το σπουδαιότερο και το πιο απαραίτητο από όλα τα συστατικά καθώς εξυπηρετεί πολλές από τις λειτουργίες ενός ζωντανού οργανισμού. Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες νερού που εκτελούν πολλές φυσικές και χημικές ιδιότητες. Από χημικής πλευράς είναι ένωση δύο ατόμων υδρογόνου με ένα άτομο οξυγόνου ( $H_2O$ ) και από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του ως υγρό είναι η διαυγές, άοσμη και άγευστη σύσταση του. Η θρεπτική αξία και ο ρόλος του βασίζεται στο γεγονός ότι πολλά από τα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά που έχει ανάγκη ο οργανισμός εκτελούν τις διεργασίες τους και είναι εκμεταλλεύσιμα για χρήση από τον οργανισμό μόνο όταν έρθουν σε αντίδραση με το νερό (Kavouras 2002, Williams 2014). Αποτελεί το 60-70% του σωματικού βάρους των ενηλίκων και η αναλογία του επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η σύσταση του σώματος, το σωματικό βάρος, η πυκνότητα των οστών, η ηλικία αλλά και η ορμονική κατάσταση (deWit, 2013). Όσον αφορά τους ηλικιωμένους, το νερό αποτελεί περίπου το 55% του σωματικού βάρους (Popkin et al. 2010). Να αναφερθεί το γεγονός ότι οι γυναίκες και οι ηλικιωμένοι έχουν συνολικά χαμηλότερο ποσοστό νερού στο σώμα τους και αυτό γιατί συγκριτικά παρουσιάζουν μικρότερη μυϊκή μάζα και μεγαλύτερο λιπώδη ιστό (James, 2012). Στον αντίποδα βρίσκονται οι αθλητές οι οποίοι έχουν μεγαλύτερο ποσοστό νερού στο σώμα τους καθώς έχουν περισσότερη μυϊκή μάζα και λιγότερο σωματικό λίπος (Millard-Stafford et al. 2012). Οι ημερήσιες ανάγκες κατανάλωσης νερού για έναν μέσο ενήλικα άντρα είναι 2800ml ενώ για μια γυναίκα είναι 2000ml και μέσα από αυτές τις ποσότητες καταφέρνουν να εξασφαλίσουν την υδατική ισορροπία του σώματος (Williams, 2014). Ωστόσο, φαίνεται πως οι ανάγκες πρόσληψης εξαρτώνται και από τις θερμίδες, αφού ο άνθρωπος χρειάζεται 1ml νερού / προσλαμβανόμενη cal (Mahan et Escott-Stump, 2014).

Σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε πως το νερό είτε κινείται συνεχώς στα διαμερίσματα του οργανισμού είτε αποθηκεύεται σε αυτά. Αναλογικά περίπου το 65% του νερού βρίσκεται στο εσωτερικό των κυττάρων και αποκαλείται ενδοκυττάριο νερό ενώ το 35% βρίσκεται εξωτερικά και λέγεται εξωκυττάριο νερό. Οι βασικές λειτουργίες που επιτελεί το νερό στον οργανισμό είναι οι εξής:

- λειτουργεί ως βασικό δομικό συστατικό του κυτταροπλάσματος
- παρέχει προστασία στους ιστούς που έχουν εξαιρετική σημασία για την ζωή όπως ο νωτιαίος μυελός και ο εγκέφαλος
- ελέγχει την ωσμωτική πίεση του σώματος και βοηθάει να διατηρηθεί η ισορροπία ανάμεσα στο νερό και τους ηλεκτρολύτες
- ως βασικό συστατικό του αίματος συμβάλλει στη μεταφορά του οξυγόνου, των θρεπτικών συστατικών, των ορμονών κ.α. ενώ παράλληλα βοηθάει στην αποβολή των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού
- έχει σημαντικό ρόλο στη σωστή και ομαλή λειτουργία των αισθήσεων
- ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος συμβάλλοντας στη βελτίωση της απόδοσης (Jequier et Constant 2010, Williams 2014).



**Εικόνα 2.2:** Λειτουργίες του νερού στον οργανισμό

Καθώς το νερό μπορεί να αποβληθεί από το σώμα μέσω της εφίδρωσης, των ούρων, του εκπνεόμενου αέρα και των κοπράνων, ο άνθρωπος πρέπει να προσλαμβάνει πόσιμα υγρά για να επαναφέρει την ισορροπία. Πέρα όμως από τα υγρά υπάρχουν και τροφές που έχουν διάφορες ποσότητες νερού και συμβάλλουν στην αναπλήρωση. Όταν η απώλεια νερού φτάνει το 2% μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση και να επηρεάσει την απόδοση, απώλεια 5% μπορεί να οδηγήσει σε κράμπες και θερμική εξάντληση, απώλεια 7-10% μπορεί να προκαλέσει παραισθήσεις και θερμικό στρες ενώ μεγαλύτερη απώλεια νερού >10% ίσως να είναι μοιραία γιατί μπορεί να μειώσει

τον όγκο του αίματος σε σημείο που το οξυγόνο και τα θρεπτικά συστατικά να μη μπορούν να μεταφερθούν αποδοτικά στο μυαλό και τους άλλους ιστούς. Επίσης, μπορεί να προκαλέσει υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας σώματος και να οδηγήσει σε θερμικό σοκ, κώμα και θάνατο (Williams, 2014). Συνεπώς, για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού πρέπει να κρατηθεί σταθερή η περιεκτικότητα νερού, (Βουδούρη, 2000) στο οποίο εμπεριέχονται και οι ηλεκτρολύτες οι οποίοι συμμετέχουν σε πολλές φυσιολογικές λειτουργίες.

### **2.8.1. Ηλεκτρολύτες**

Στα σωματικά υγρά υπάρχουν κάποιες ουσίες οι οποίες όταν βρεθούν μέσα σε ένα διάλυμα έχουν την ικανότητα να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτές οι ουσίες είναι οι λεγόμενοι ηλεκτρολύτες. Οι ηλεκτρολύτες υπάρχουν με την μορφή οξέων, βάσεων και αλάτων και όταν διαλυθούν τα άτομα τους διαχωρίζονται σε ιόντα με θετικό ή αρνητικό φορτίο (Williams, 2014). Εξαιτίας του ότι κάποιοι από τους ηλεκτρολύτες είναι θετικά φορτισμένοι ενώ κάποιοι άλλοι αρνητικά, δημιουργείται χημική δραστηριότητα. Μέσω αυτής της δραστηριότητας προκαλείται διαφορά στο ηλεκτρικό δυναμικό των πλευρών της κυτταρικής μεμβράνης και έτσι υπάρχει διευκόλυνση στη μεταφορά των νευρικών ώσεων, στη σύσπαση των μυών και στην έκκριση ορμονών και άλλων ουσιών από τα αδενικά κύτταρα (Βασιλειάδης, 2015). Φαίνεται πως η ημερήσια πρόσληψη ηλεκτρολυτών είναι διαφορετική από άνθρωπο σε άνθρωπο και παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία (Maughan et Burke, 2006) ενώ σημειώνεται πως οι βασικότεροι ηλεκτρολύτες που υπάρχουν στα υγρά του σώματος είναι το νάτριο, το κάλιο, το χλώριο, το μαγνήσιο, το ασβέστιο, το διτανθρακικό ιόν και το θεικό ιόν. Στις βασικότερες λειτουργίες που επιτελούν οι ηλεκτρολύτες στο σώμα καταγράφονται η μυϊκή συστολή, το ισοζύγιο υγρών, η ενεργοποίηση διάφορων ενζύμων και η ρύθμιση μεταβολικών διεργασιών στα κύτταρα (Williams, 2014). Όταν δε οι ηλεκτρολύτες συνεργάζονται με τους υδατάνθρακες όπως συμβαίνει στα αθλητικά ποτά, τότε κατά τη διάρκεια της άσκησης λειτουργούν ως καύσιμο των μυών, εξυπηρετούν στη διατήρηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα αλλά και στο μηχανισμό δίψας ενώ μειώνουν και τον κίνδυνο αφυδάτωσης ή υπονατριάμιας. (American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada, 2001).

Όπως αναφέρθηκε οι βασικότεροι ηλεκτρολύτες που υπάρχουν στα υγρά του σώματος είναι το νάτριο, το κάλιο, το χλώριο, το μαγνήσιο, το ασβέστιο, το διτανθρακικό ιόν και το θεικό ιόν. Θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά σε εκείνους που η χρήση τους εξυπηρετεί την αναπλήρωση των υγρών σε περιόδους άσκησης, όπως είναι:

*Νάτριο (Na):* το οποίο βοηθάει στη ρύθμιση και στη διατήρηση της φυσιολογικής ισορροπίας των υγρών του σώματος αλλά και της πίεσης του αίματος. Επίσης, μέσα από τη συνεργασία με άλλους ηλεκτρολύτες εξυπηρετεί τη μεταφορά των νευρικών ώσεων και τη μυϊκή σύσπαση.

*Χλώριο (Cl)*: το οποίο όπως και το νάτριο βοηθάει στη διατήρηση της ισορροπίας των σωματικών υγρών. Επιπλέον, συμμετέχει στη σύνθεση του υδροχλωρικού οξέος και χρειάζεται σε κάποιες από τις διαδικασίες της πέψης.

*Κάλιο (K)*: που επίσης (μαζί με το χλώριο και το νάτριο) ρυθμίζει και βοηθάει στο να διατηρηθεί η φυσιολογική ισορροπία των υγρών του σώματος. Ακόμα, συμβάλει στη μεταφορά των νευρικών ώσεων και των ώσεων των μυών μαζί και του καρδιακού μυός. Τέλος, συμμετέχει στις ενεργειακές διεργασίες των μυών καθώς έχει σημαντικό ρόλο στη μετάδοση της γλυκόζης στα μυϊκά κύτταρα και στην αποθήκευση του γλυκογόνου (Williams, 2014).

## **2.9. Υπερτροφές**

Ως υπερτροφές χαρακτηρίζονται οι τροφές οι οποίες είναι πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά επειδή έχουν υψηλή συνάθροιση αυτών, όπως οι βιταμίνες, τα ω-3 λιπαρά οξέα, τα ιχνοστοιχεία και μεγάλος αριθμός ουσιών με θεωρητικά αντιοξειδωτική δράση (Devalaraja et al. 2011). Χρειάζεται να αναφέρουμε ότι ο όρος “superfoods” είναι κυρίως όρος μάρκετινγκ και δεν χρησιμοποιείται από ειδικούς, διαιτολόγους και επιστήμονες της διατροφής, ενώ μάλιστα πολλές φορές κάποιοι από αυτούς διαφωνούν και αμφισβητούν τα αναφερόμενα οφέλη τους. Οι υποστηρικτές των υπερτροφών ισχυρίζονται ότι αυτές οι τροφές έχουν εξαιρετικής σημασίας επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Για να αποδειχθεί όμως αυτό και να καταλήξει ο όρος να χρησιμοποιηθεί για μία τροφή, χρειάζεται πληθώρα κλινικών μελετών που να ερευνούν και να πιστοποιούν τις υποθέσεις (Wikipedia).

Σύμφωνα με τον Wolfe (2009) τα superfoods είναι τρόφιμα που παρουσιάζουν τουλάχιστον δώδεκα ή περισσότερες ιδιαίτερες ιδιότητες και ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο σύνολο τροφίμων τα οποία είναι είτε φυσικά είτε ημιπεξεργασμένα και όπως ήδη αναφέρθηκε περιλαμβάνουν πολλά θρεπτικά συστατικά. Τα συστατικά των υπερτροφών που φαίνεται να έχουν την μεγαλύτερη αξία και έχουν αποδειχθεί ωφέλιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (ω-3, ω-6), βιταμίνες, μέταλλα, αντιοξειδωτικά, απαραίτητα αμινοξέα, πολυσακχαρίτες και διάφορα ένζυμα.

Όπως αναφέρει ο Proestos (2018) τα επιστημονικά δεδομένα καταλήγουν στο ότι η κατανάλωση superfood μπορεί να προσκομίσει στον ανθρώπινο οργανισμό πληθώρα αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ουσιών, φυτικών ινών, πολλών βιταμινών (Α, Β, C, Κ κ.λπ.), ανόργανων ενώσεων αλλά και ωφέλιμων λιπαρών οξέων και άλλα συστατικά σε ποσότητες που συχνά ξεπερνούν την τυπική ημερήσια πρόσληψη άλλων τροφίμων. Η κατανάλωση των superfoods στην καθημερινή διατροφή μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κινδύνου διαφόρων εκφυλιστικών ασθενειών.

Σύμφωνα με τον Daugherty (2011) υπάρχουν πολλές μελέτες από τις οποίες προκύπτουν ερευνητικά δεδομένα που προβάλλουν τα οφέλη των superfoods, αφού δείχνουν ότι εάν θέλεις να έχεις καλύτερη υγεία συνολικά, να βελτιώσεις το ανοσοποιητικό σου σύστημα, να ενισχύσεις την παραγωγή σεροτονίνης και άλλων ορμονών ώστε να πετύχεις καλύτερη ομαλή λειτουργία κάποιων οργανικών

συστημάτων, τα “superfoods” βοηθούν. Ωστόσο, πρέπει να προσλαμβάνονται με μέτρο και να παρέχονται σε μια ισορροπημένη διατροφή.

Σύμφωνα με τους Wang et al. (2012) υπάρχει ένας κατάλογος με superfoods που εμπλουτίζεται κάθε χρόνο, ενώ ταυτόχρονα γίνεται εστίαση της προσοχής στα πολύτιμα θρεπτικά συστατικά και την εμπέδωση των μηχανισμών δράσης τους στον ανθρώπινο οργανισμό με αποτέλεσμα την κινητοποίηση του επιστημονικού ενδιαφέροντος, που οδηγεί σε όλο και περισσότερες επιστημονικές ερευνητικές μελέτες.

## **2.10. Κλασικές και εξωτικές υπερτροφές**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ως υπερτροφές χαρακτηρίζονται τα τρόφιμα τα οποία παρέχουν στον ανθρώπινο οργανισμό πληθώρα θρεπτικών συστατικών (Devalaraja et al. 2011) και λειτουργούν θετικά στη διατήρηση και τη βελτίωση της υγείας (Daugherty, 2011). Από τα τρόφιμα που ανήκουν στις υπερτροφές κάποια κατατάσσονται στην κατηγορία των κλασικών ή αλλιώς τοπικών υπερτροφών και κάποια στην κατηγορία των εξωτικών υπερτροφών. Γενικότερα υπάρχει η τάση να αγνοούνται οι κλασικές-τοπικές υπερτροφές και να μην αναγνωρίζονται οι θετικές επιδράσεις των συστατικών τους και γενικά οι λειτουργίες τους. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της συχνής, ίσως και καθημερινής εμφάνισης τους στο διαιτολόγιο μας όπως για παράδειγμα το σκόρδο, το αυγό και τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά τα οποία παρά τα θρεπτικά συστατικά που προσφέρουν ξεχνιούνται. Από την άλλη πλευρά μόλις εμφανιστεί ένα εξωτικό τρόφιμο με το εντυπωσιακό και άγνωστο όνομα του, φτάνει κάποιος να το ονομάσει υπερτροφή για να επέλθει η εξαιρετικά γρήγορη διάδοση του. Σαφέστατα και υπάρχουν εξωτικά τρόφιμα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, ικανά να προσφέρουν στην υγεία του ανθρώπου αλλά και σε αυτή την περίπτωση πιθανότητα να μην δοθεί τόση έμφαση στα συστατικά του όσο στην εξωτική και ιδιαίτερη προέλευση και ονομασία του όπως η καμπούχα, το νόνι και η σπιρουλίνα. Χρειάζεται λοιπόν να εξετάζεται περισσότερο το τρόφιμο ως προς τη σύνθεση και τα συστατικά του και πώς αυτά προσφέρουν στον οργανισμό είτε αφορά κλασικό είτε εξωτικό τρόφιμο και να παραμερίζεται η προέλευση, η ονομασία και η προπαγάνδα γύρω από αυτό.

Πάμε να αναλύσουμε τη σύνθεση και τις λειτουργίες κάποιων κλασικών τροφίμων που τα βρίσκουμε εύκολα αλλά δεν τα θεωρούμε σημαντικά.

**Μπανάνα:**



Γνωρίζουμε πως η μπανάνα είναι ένα οικονομικό τρόφιμο που αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας για τους αθλητές αντοχής αφού είναι πλούσια σε υδατάνθρακες και

κάλιο. Μια μεσαία μπανάνα (~118g) έχει 105kcal και περιέχει περίπου 27g υδατάνθρακα (που τα μισά είναι σάκχαρα κυρίως γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη), 3,1g διαιτητικές ίνες, 422mg καλίου, 0.43mg βιταμίνης B6 και ελάχιστες ποσότητες πρωτεΐνης και λίπους (Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ, έκδοση 24).

Ο γλυκαιμικός δείκτης των μπανανών είναι 51 (χαμηλή έως μέτρια βαθμολογία), (Atkinson et al. 2008) ενώ η αντιοξειδωτική τους ικανότητα παρουσιάζεται με τις μονάδες ORAC και είναι 1.037mol (Υπουργείο Γεωργίας, Υπηρεσία Γεωργικής Έρευνας των ΗΠΑ, Εργαστήριο δεδομένων θρεπτικών στοιχείων USDA. 2007). Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι μπανάνες φαίνεται να αποτελούν ένα ιδιαίτερο μείγμα υδατανθράκων, θρεπτικών ουσιών και αντιοξειδωτικών που πιθανόν να είναι ικανά να προσφέρουν υποστήριξη αλλά και τα απαραίτητα ποσά για παροχή ενέργειας κατά τη διάρκεια παρατεταμένης και εντατικής άσκησης (Mitchell et al. 2000).

Η μπανάνα είναι ένα παγκοσμίως γνωστό φρούτο που διατίθεται εύκολα και συνιστά εξαιρετικό τρόφιμο αφού περιλαμβάνει σημαντικές ποσότητες υδατανθράκων, καλίου, βιταμίνης B6, βιταμίνης C και άλλων μικροθρεπτικών συστατικών. Καταγράφονται και συναντώνται πολλές και διαφορετικές ποικιλίες σε όλο τον κόσμο, ωστόσο η μπανάνα Cavendish παρουσιάζει μεγαλύτερη παραγωγή και κατανάλωση και παρέχει στον οργανισμό 13,8g σάκχαρα / 100g (από τα οποία 1,9g είναι γλυκόζη, 2,2g είναι φρουκτόζη και 9,7g είναι σακχαρόζη). Επιπλέον, περιλαμβάνει ένα σύνολο από δευτερεύοντες μεταβολίτες όπως φαινόλες, καροτενοειδείς ενώσεις και κατεχολαμίνες στις οποίες περιλαμβάνονται η ντοπαμίνη και η σεροτονίνη (Pereira et Maraschin 2015, Feldman et Lee 1985).

Από έρευνα η οποία θέλησε να ελέγξει και να συγκρίνει τις επιδράσεις που προκύπτουν από την κατάποση της μπανάνας Cavendish σε σχέση με την κατανάλωση ενός ποτού υδατανθράκων 6% (όπου και τα δύο προσφέρουν το ίδιο ποσό υδατανθράκων 0,8g / kg / ώρα) στην απόδοση ποδηλασίας 75χλμ., βρέθηκε ότι (Niemen et al. 2012) όσον αφορά τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα και την απόδοση δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δοκιμών. Σε επόμενη έρευνα που είχε ως βάση το μεταβολισμό και που έγινε σύγκριση ανάμεσα στην κατάποση μπανάνας και στην κατανάλωση νερού πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης (ποδηλασία 75 χιλιομέτρων), φάνηκε πως η μπανάνα Cavendish πρόσφερε 0,6g / kg υδατάνθρακες, κατεχολαμίνες και φαινολικά που αντιστοιχούσαν και συμβάδιζαν με την εμφάνιση μιας βελτίωσης 5% στην απόδοση, περιορισμό της φλεγμονής, αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και μείωση στην οξείδωση λιπαρών οξέων (Niemen et al. 2015).

Αυγό:



Το αυγό είναι ένα τρόφιμο που αποτελεί πλούσια θρεπτική πηγή καθώς προσφέρει μεγάλη ποσότητα πρωτεΐνης και αντιοξειδωτικών. Η πρωτεΐνη που υπάρχει στα αυγά είναι βιοδιαθέσιμη και έχει την ικανότητα να προκαλέσει τη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης (Moore et al. 2009). Επιπλέον, τα αυγά περιέχουν σημαντικές ποσότητες λουτεΐνης και ζεαξανθίνης (Ratliff et al. 2008).

Στα δεκαπέντε γραμμάρια λευκής πρωτεΐνης το αυγό παρέχει 1341mg λευκίνης, 837mg ισολευκίνης και 1096mg βαλίνης, ενώ ακόμα προσφέρει μεγάλες ποσότητες διακλαδισμένων αμινοξέων και αρωματικών αμινοξέων. Σύμφωνα με υπάρχοντα δεδομένα η λευκίνη με την λειτουργία της επιφέρει μέγιστη αναβολική απόκριση σκελετικής μυϊκής πρωτεΐνης σε νεαρούς ενήλικες, κάτι που δείχνει ότι η κατανάλωση λευκής πρωτεΐνης αυγού (πλούσια σε λευκίνη) έχει θετικά αποτελέσματα στην αύξηση της μάζας σώματος (Glynn et al. 2010).

Από έρευνα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας κατανάλωση 3 αυγών καθημερινά για 12 εβδομάδες, τα ευρήματα έδειξαν αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών και της αδιπονεκτίνης στο πλάσμα, κάτι που είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της φλεγμονής (Ratliff et al. 2008). Η αδιπονεκτίνη ως συστατικό, πέρα από την ικανότητα που έχει να μειώνει τη φλεγμονή φαίνεται πως έχει μια αντίστροφη σχέση με την αποθήκευση του μυϊκού λίπους (Lawrence et al. 2011, Haffner 2003, Ouchi et al. 2003).

Σε αυτό το σημείο να πούμε ότι έχει αναφερθεί πως οι δίαιτες που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (κάτι που συμβαίνει με τα ολόκληρα αυγά) πιθανόν να προκαλέσει μια μείωση στον ενδομυϊκό λιπώδη ιστό και θα οδηγήσει στη μείωση των παραγόντων πρόκλησης λιποθυμίας, των μεταγευματικών λιπαρών οξέων και των κυτοκίνων που προκαλούν φλεγμονή καθώς και την πρόσληψη λιπιδίων από τους σκελετικούς μύες (Ratliff et al. 2008, Lawrence et al. 2011).

Όσον αφορά τους ενήλικες που ανήκουν στην ομάδα των υπέρβαρων-παχύσαρκων σύμφωνα με έρευνα προκύπτει ότι η κατανάλωση σημαντικών ποσοτήτων πρωτεΐνης μέσω των ολόκληρων αυγών για 12 εβδομάδες βοηθάει στη συντήρηση της άπαχης μάζας έπειτα από μέτρια απώλεια βάρους (Wright et al. 2018).

**Βατόμουρα-Βακκίνια:**



Τα βακκίνια είναι φρούτα που ανήκουν στην ομάδα θάμνων της οικογένειας Ερεικίδες. Η σύνθεση τους περιλαμβάνει φυτικές ίνες, βιταμίνες, πρωτεΐνες και άλλα θρεπτικά συστατικά που βοηθούν την υγεία. Σε αυτά τα συστατικά περιέχονται επίσης ανοσορρυθμιστικοί παράγοντες, αντιβακτηριακά και αντιοξειδωτικά συστατικά, ταννικό και φολικό οξύ. Επίσης χαρακτηρίζεται ως γλυκό φρούτο με καλή γεύση (Bo, 2015). Ο καρπός τους έχει μεγάλες ποσότητες βιοδραστικών ενώσεων και ταυτόχρονα περιλαμβάνει πολυφαινολικές ενώσεις (κυρίως ανθοκυάνες) που έχουν

αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ικανότητες και επιδρούν ενάντια στην κόπωση (Krikorian et al. 2010). Έχει αναφερθεί πως οι ανθοκυάνες έχουν σχέση με την κινητικότητα, τη λειτουργία της μνήμης και γενικότερα με νευροεκφυλιστικές νόσους και νοητικές λειτουργίες (Schrager et al. 2015).

Επιπλέον, σημειώνεται ότι οι πολυφαινόλες που υπάρχουν στον καρπό του βατόμουρου έχουν την ικανότητα να κατευνάζουν την κόπωση, τη μυϊκή βλάβη και το οξειδωτικό στρες (Hurst et al. 2010). Ενώ η συνολική κατανάλωση βατόμουρων φαίνεται να έχει θετικές επιδράσεις στην αρτηριακή πίεση καθώς συμβάλλει στην ενίσχυση της παραγωγής οξειδίου του αζώτου (Johnson et al. 2015).

Ακόμα, υπάρχει η θεωρία ότι η κατανάλωση βακκινίων μπορεί να επισπεύσει την διαδικασία επανάκτησης της ισομετρικής δύναμης ενώ όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η μεγάλη ποσότητα των πολυφαινόλων μειώνει την φλεγμονή και το οξειδωτικό στρες στους αθλητές κατά την εκτέλεση έντονης άσκησης. Πέρα από αυτά, τα βατόμουρα επιδρούν και στους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου (Niemen et al. 2013).

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε θέλοντας να εξετάσει και να προσδιορίσει την επίδραση των συμπληρωμάτων βατόμουρου στον χρόνο απόδοσης της άσκησης, τους δείκτες φλεγμονής, τα υποστρώματα ενέργειας και τα επίπεδα ινσουλίνης κατά τη διάρκεια δύο περιόδων (περίοδος χωρίς συμπλήρωση και περίοδος συμπλήρωσης), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα βακκίνια εκτελούν δραστηριότητες νευροπροστασίας, λειτουργικής γνώσης (Yang et Jiang, 2010), λειτουργικής κινητικότητας (Schrager et al. 2015), δραστηριότητας τόνωσης της καρδιάς, ενώ παρουσιάζουν και αντιφλεγμονώδεις δράσεις, αποκατάστασης βλάβης από σκελετικά μυϊκά κύτταρα (Hurst et al. 2010), αντιοξειδωτικές (Krikorian et al. 2010), αντικαρκινικές και αλλεργικές αντιδράσεις (Dereci et al. 2015).

Ρόδι:



Το ρόδι είναι ένα ακόμα από τα φρούτα για το οποίο υπάρχουν ενδείξεις ότι ο χυμός του είναι πλούσιος σε πολυφαινόλες και άλλες βιολογικές δραστικές ενώσεις όπως φλαβονοειδή, γαλαξέα, ελαγικό οξύ, κουερσετίνη, ελαγκαντανίνες και νιτρικά (Sreekumar et al. 2014, Hord et al. 2009) και προσφέρει πολλά οφέλη στην υγεία ακόμα και κάτω από συνθήκες άγχους (Zarfeshany et al. 2014). Έχει διαπιστωθεί ότι ο χυμός ροδιού λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό (Aviram et al. 2004) που περιορίζει τους βιοδείκτες του στρες και μειώνει την υπεροξειδωση των λιπιδίων και την οξείδωση των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (Kelawala et Ananthanarayan, 2004). Μάλιστα κάποιες μελέτες υποστηρίζουν ότι η αντιοξειδωτική του δράση είναι πιο δυνατή από άλλους χυμούς φρούτων και λαχανικών (Azadzo et al. 2005, Seeram et al. 2008). Πιο συγκεκριμένα, μια συγκριτική μελέτη έδειξε ότι όσον αφορά τη μείωση

της οξείδωσης των χαμηλών σε πυκνότητα λιποπρωτεϊνών και του οξειδωτικού στρες, ο χυμός ροδιού είναι πιο αποτελεσματικός από το πράσινο τσάι, το κόκκινο κρασί και το χυμό πορτοκαλιού. Αν και οι μηχανισμοί μέσω των οποίων ο χυμός ροδιού εμφανίζει τόσο μεγάλη αντιοξειδωτική δράση δεν έχουν εξακριβωθεί, οι ικανότητες του αποδίδονται στις μεγάλες ποσότητες πολυφαινόλων που διαθέτει (Azadzoï et al. 2005).

Σε έρευνα η οποία θέλησε να ελέγξει τις επιδράσεις που έχει το συμπλήρωμα χυμού ροδιού στους βιοδείκτες του οξειδωτικού στρες μετά από άσκηση άρσης βαρών βρέθηκε ότι ο χυμός ροδιού μπορεί να επηρεάσει το οξειδωτικό στρες καθώς ενισχύει τις αντιοξειδωτικές αντιδράσεις και αυτό φάνηκε από την αξιολόγηση που έγινε έως και 48 ώρες μετά από μια εντατική προπόνηση άρσης βαρών. Για αυτό και πιστεύεται ότι αυτό λειτουργεί προς όφελος των ελίτ αθλητών της άρσης βαρών αφού ενδέχεται να επηρεαστεί η ανάκαμψη μεταξύ των προπονήσεων (Ammar et al. 2017).

Πάμε τώρα να αναλύσουμε την σύνθεση και τις λειτουργίες κάποιων εξωτικών τροφίμων.

Τζίντζερ:



Το τζίντζερ είναι ανθοφόρο φυτό που περιέχει αλκαλοειδή και το συναντάμε στον τομέα της ιατρικής εδώ και κάποιες δεκαετίες (FOOD US) αφού έχει χρησιμοποιηθεί για καταστάσεις όπως αρθρίτιδα, ρευματισμούς, διαστρέμματα και μυϊκούς πόνους (Ali et al. 2008). Αποτελείται από μεγάλο ποσοστό νερού (80%) και ανά 100g παρέχει στον οργανισμό: 0,4g λίπους, 18g υδατάνθρακες, 2g ινών, 2g πρωτεΐνης, 43mg μαγνησίου, 2mg χαλκού, 415mg καλίου, 34mg φωσφόρου, 16mg ασβεστίου, 13mg νατρίου, 5mg βιταμίνη C, 11mg φυλλικό οξύ και ικανοποιητικές ποσότητες ψευδαργύρου και πολυφαινόλων (O'Neill, 1997).

Έχει απασχολήσει όμως και τον τομέα της άσκησης καθώς μελέτες (Senchina et al. 2014) έχουν διαπιστώσει και αναφερθεί στην αντιφλεγμονώδη δράση του η οποία θεωρείται ότι προέρχεται από τα συστατικά του Gingerols, Paradols, Shogaols, τις συγγενικές τους και άλλες διάφορες ενώσεις. Επιπλέον, υπάρχουν και κάποιες μελέτες οι οποίες έχουν προβάλει την αναλγητική δράση που έχει το τζίντζερ στην αντοχή και στην κόπωση των αθλητών (Wilson, 2015). Μια μελέτη του Nakhostin-Roohi et al. (2016) θέλησε να ανακαλύψει τις επιδράσεις του συμπληρώματος κουρκουμίνης (150mg) αμέσως μετά από έκκεντρη άσκηση. Η κουρκουμίνη περιέχει κυρίως φαινόλες και ανήκει στα μέλη της οικογένειας τζίντζερ. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι στην πειραματική ομάδα μειώθηκαν τα επίπεδα φλεγμονής στην κρεατινική κινάση, στην αλανίνη αμινοτρασφεράση και στην ασπαρτική αμινοτρασφεράση αντίθετα από την ομάδα ελέγχου που έλαβε εικονικό φάρμακο. Σε

αυτό το σημείο να αναφέρουμε ότι υπάρχουν ανεπιθύμητες ενέργειες από την λήψη κουρκουμίνης (οι οποίες σχετίζονται με τις υψηλότερες δόσεις) αλλά έχουν γίνει κλινικά πειράματα που έχουν προβάλει την ασφάλεια και τα θετικά αποτελέσματα της κατανάλωσης συμπληρωμάτων κουρκουμίνης σε σημαντικό ποσοστό (Sellami et al. 2018).

Εκτός των άλλων το τζίντζερ έχει και βιοδραστικά μόρια που έχουν φανερώσει λειτουργίες όπως η αντιοξειδωτική δράση (Dugasani et al. 2010), η αύξηση του ενεργειακού μεταβολισμού και η μείωση του ρυθμού λιπογένεσης (Beattie et al. 2011, Okamoto et al. 2011). Επιπρόσθετα, αναστέλλει την παραγωγή των κυτοκινών που είναι υπεύθυνες για τη φλεγμονή (Ali et al. 2008). Τέλος, βοηθάει στην πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων, στην πέψη και παρέχει αντιμικροβιακή δράση (Srivastava 1989, Srinivasan 2017).

Σπιρουλίνα:



Η σπιρουλίνα είναι ένα βρώσιμο θαλάσσιο φύκι που βρίσκεται σε γλυκά νερά και ένα από τα χαρακτηριστικά του είναι το μπλε-πράσινο χρώμα του (Hayashi et al. 1993). Η σύνθεση της περιέχει 55-70% πρωτεΐνες, 15- 25% υδατάνθρακες, 6-8% λίπος, 3-4% φυτικές ίνες και κάποιες ποσότητες μετάλλων όπως σίδηρο, κάλιο, μαγνήσιο κλπ., ιχνοστοιχείων και βιταμινών όπως A,B,E,K. Στο σύνολο της περιλαμβάνει πάνω από 100 θρεπτικά συστατικά και αποτελεί την σημαντικότερη και πλουσιότερη φυτική πηγή πρωτεϊνών ενώ ταυτόχρονα παρέχει καλές ποσότητες βιταμίνης B12 και φυτοχημικών που έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ικανότητες (Hayashi et al. 1996, Mani et al. 2000, Al-Dhabi 2013). Ανάμεσα στα φυτοχημικά της υπάρχουν και οι φαινολικές ενώσεις, τα καροτενοειδή και οι τοκοφερόλες (Sommella et al. 2018).

Από κάποιες μελέτες έχει αναφερθεί η αντιοξειδωτική και η υπολιπιδαιμική δράση της σπιρουλίνας, η οποία φαίνεται να προκύπτει από την αλληλεπίδραση των φυτοχημικών της με τις ελεύθερες ρίζες (Zaid et al. 2015). Σε μία συγκεκριμένη μελέτη, η οποία θέλησε να ελέγξει την επίδραση του μέγιστου συμπληρώματος σπιρουλίνας και ενός συστηματικού προγράμματος άσκησης στη σύνθεση του σώματος και στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα υπέρβαρων και παχύσαρκων ανθρώπων (διπλή τυφλή, τυχαία και ελεγχόμενη crossover μελέτη), τα αποτελέσματα έδειξαν παρόμοια ευρήματα με του Kalafati et al. (2010) δηλαδή αύξηση της  $VO_{2max}$ , της οξειδωσης του λίπους και περιορίσε την αύξηση στην υπεροξειδωση των λιπιδίων. Επίσης, υπάρχει το ενδεχόμενο κάποιες από τις ενώσεις που υπάρχουν στη σπιρουλίνα όπως οι φυκοκυανίνες, τα απαραίτητα λιπαρά οξέα, τα καροτενοειδή ή οι φαινολικές ενώσεις να λειτουργούν ξεχωριστά σε κάποιες μεταβολικές με σκοπό να βοηθήσουν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα να βελτιωθεί. Ωστόσο, τα αποδεδειγμένα ευρήματα της έρευνας είναι ότι η σπιρουλίνα σε συνδυασμό με το

συστηματικό πρόγραμμα άσκησης συνέβαλε θετικά στη σύνθεση του σώματος μειώνοντας το σωματικό βάρος και το ποσοστό (%) του σωματικού λίπους. Επίσης, βελτίωσε την καρδιοαναπνευστική ικανότητα αυξάνοντας τη  $\dot{V}O_{2max}$  και τη συσσώρευση του γαλακτικού στο αίμα και μειώνοντας τον καρδιακό ρυθμό ανάπαυσης σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα (Hernández-Lepe et al. 2018).

Ακόμα, υπάρχουν μελέτες που έχουν δείξει ότι η σπιρουλίνα λειτουργεί προς όφελος της υγείας καθώς έχει επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, στις πνευμονικές λειτουργίες, (Mani et al. 2000, Parikh et al. 2001) βοηθάει στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Mao et al. 2000, Al-Batshan et al. 2001, Barron et al. 2008) και έχει αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση (Gershwin et Belay, 2008) καθώς και το αντιικό αποτέλεσμα (Hayashi et al. 1996, Barron et al. 2008). Παρόλα αυτά επειδή οι περισσότερες μελέτες έχουν ερευνήσει ζωικά μοντέλα, με λίγες μόνο μελέτες να εξετάζουν τη βιολογική επίδραση στον άνθρωπο χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

### **2.11. Ποιά τα χαρακτηριστικά που κάνουν μια τροφή υπερτροφή**

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω μια τροφή χαρακτηρίζεται ως υπερτροφή όταν αποτελείται από πολλά θρεπτικά συστατικά και όταν περιλαμβάνει ποικιλία βιοδραστικών συστατικών τα οποία έχουν βιολογική αξία για τον οργανισμό (Devalaraja et al. 2011). Αν ανατρέξουμε στην ενότητα 2.1. θα θυμηθούμε ότι ο οργανισμός εκμεταλλεύεται τα θρεπτικά συστατικά για να ολοκληρώνει τις λειτουργίες του σώματος αλλά και για να επιτυγχάνει ανάπτυξη και καλή υγεία (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Τα θρεπτικά συστατικά όπως ήδη αναφέρθηκε χωρίζονται σε έξι κατηγορίες: τους υδατάνθρακες, τα λίπη, τις πρωτεΐνες, τις βιταμίνες, τα ανόργανα συστατικά και το νερό και βασικές λειτουργίες τους είναι να προσφέρουν ενέργεια, να βοηθούν στην ανάπτυξη των σωματικών ιστών και να συμβάλουν στην ρύθμιση των μεταβολικών διεργασιών (Williams 2014, Biesalski et Grimm, 2008).

Πιο συγκεκριμένα, οι υδατάνθρακες ως συστατικό κάνουν μια τροφή υπερτροφή καθώς είναι η κυριότερη αλλά και ταχύτερη πηγή ενέργειας (Williams, 2014). Επιπλέον, προωθούν την καλή λειτουργία του οργανισμού και συνεπώς διατήρηση της υγείας καθώς βοηθούν στη σωστή και καλύτερη λειτουργία του εγκεφάλου, του κεντρικού νευρικού συστήματος, των εσωτερικών οργάνων και των μυών ενώ έχουν βασικό ρόλο και στην ανάπτυξη και τον σχηματισμό των ιστών (Williams 2014, deWit 2013). Συμβάλουν στη διαδικασία του μεταβολισμού των πρωτεϊνών και των λιπών και τέλος συμμετέχουν στην βελτίωση και την ενίσχυση της άμυνας του οργανισμού ενάντια στις λοιμώξεις αλλά και την πρόληψη των χρόνιων ασθενειών (deWit, 2013).

Όσον αφορά τον αθλητισμό και την απόδοση γνωρίζουμε πώς η γλυκόζη και το γλυκογόνο είναι οι βασικότερες ενεργειακές πηγές που χρησιμοποιούν τα μυϊκά κύτταρα. Από το ποσό υδατανθράκων που εισέρχονται στο σώμα ο οργανισμός αποθηκεύει το μεγαλύτερο μέρος με τη μορφή γλυκογόνου στους μύες και έπειτα στο συκώτι. Ελάχιστες ποσότητες αποθηκεύονται με την μορφή γλυκόζης στο αίμα. Από

αυτό προκύπτει ότι δίαιτες πλούσιες σε υδατάνθρακες αυξάνουν ίσως και διπλασιάζουν τα αποθέματα μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου (Κλεισούρας, 2011). Επίσης, γνωρίζουμε ότι οι υδατάνθρακες αποτελούν μοναδική πηγή για αναερόβια πηγή ενέργειας και σημαντικό καύσιμο του συστήματος οξυγόνου. Αν και η θερμιδική τους αξία είναι μικρότερη από αυτή των λιπών χρειάζονται λιγότερο οξυγόνο για να μεταβολιστούν και παράγουν με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό ATP για μυϊκή συστολή. Όσο αυξάνεται η ένταση της άσκησης τόσο αυξάνεται η συμμετοχή των υδατανθράκων. Φαίνεται όμως ότι όταν το επίπεδο της έντασης φτάνει το 65-90% της  $\dot{V}O_{2max}$  το μυϊκό γλυκογόνο εξαντλείται και περιορίζει την ικανότητα συνέχισης της άσκησης. Όταν μάλιστα τα αποθέματα των υδατανθράκων είναι ήδη μειωμένα επέρχεται κόπωση κατά τη διάρκεια άσκησης αντοχής και λόγω της υπογλυκαιμίας αλλά και της εξάντλησης του μυϊκού γλυκογόνου. Συνεπώς, η πρόσληψη τους μπορεί να επιφέρει βελτιώσεις στην απόδοση σε αγωνίσματα αντοχής με διάρκεια μεγαλύτερη από 90-120 λεπτά, όπως και σε παρατεταμένα αθλήματα με πολλά μικρά χρονικά διαστήματα έντονης άσκησης καθώς και σε υψόμετρο, πολύ ψυχρό ή θερμό περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει διότι όπως αναφέρθηκε ο οργανισμός έχει την ικανότητα αποθήκευσης μεγάλου ποσού υδατανθράκων που είναι το βασικό καύσιμο και επειδή τα αποθέματα καθυστερούν την κόπωση και μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισης υπογλυκαιμίας (Williams, 2014).

Στις αρχές του 1920 βρέθηκε μέσα από έρευνες η ικανότητα των υδατανθράκων να κρατούν σταθερά τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και η σημασία που έχει η κατανάλωση τους κατά τη διάρκεια παρατεταμένης και έντονης άσκησης επιβεβαιώθηκαν στο Μαραθώνιο της Βοστώνης (Levine et al. 1924, Gordon et al. 1925). Φαίνεται πως η πρόσληψη τους έχει θετικά αποτελέσματα, για παράδειγμα επηρεάζει την απόδοση αντοχής και οδηγεί σε μια βελτίωση 2-6% ενώ ταυτόχρονα μειώνει την έκταση της φλεγμονής που παρουσιάζεται μετά από άσκηση κατά 25-40% (Coyle et al. 1983, Carter et al. 2003, de Sousa et al. 2012, Scharhag et al. 2006). Όταν μάλιστα κατά τη διάρκεια της άσκησης λαμβάνεται ένα σύνολο πολλαπλών υδατανθράκων φαίνεται πως το αποτέλεσμα είναι η βελτίωση του ρυθμού οξείδωσης των υδατανθράκων (Jentjens et al. 2004).

Οι πρωτεΐνες ως βασικό θρεπτικό συστατικό και μέσω της δράσης κάθε αμινοξέος, λειτουργούν ως δομική βάση για τους περισσότερους από τους ιστούς του σώματος. Η παρουσία τους είναι σημαντική για τη ρύθμιση του μεταβολισμού και βοηθάνε στη σύνθεση ενζύμων, ορμονών και διάφορων ενώσεων που επηρεάζουν σωματικές λειτουργίες (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Επιπλέον, η πρωτεΐνη βοηθάει στη διατήρηση του ισοζυγίου των υγρών και στην οξεοβασική ισορροπία, ρυθμίζει την πήξη του αίματος, βοηθά στη πρόληψη των μολύνσεων και στη δημιουργία αντίστασης στις ασθένειες (ανοσία). Λειτουργεί ως φορέας θρεπτικών συστατικών (ελεύθερα λιπαρά οξέα, λιποπρωτεΐνες) στο αίμα και διανέμει θρεπτικά συστατικά στα κύτταρα. Τέλος, ως βασικό συστατικό των περισσότερων ενζύμων του μυ χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας την ώρα της άσκησης (Williams, 2014).

Στο κομμάτι της άσκησης και της απόδοσης οι πρωτεΐνες δεν θεωρούνται σημαντική πηγή κατά τη φάση ηρεμίας, όμως αποτελούν πηγή ενέργειας κατά την άσκηση κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Υπάρχει η άποψη ότι η χρήση της πρωτεΐνης ή/και των

αμινοξέων ως πηγή ενέργειας μεγαλώνει κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης και ίσως το ποσοστό συμμετοχής να φτάνει και το 15% στα τελευταία στάδια. Παρόλα αυτά σε γενικές γραμμές και όσον αφορά τα περισσότερα είδη άσκησης η πρωτεΐνη ως καύσιμο έχει ποσοστό συμμετοχής ~3-6% (ασήμαντο). Ο τρόπος με τον οποίο οι πρωτεΐνες συμμετέχουν ως ενεργειακή πηγή στους μύες είναι μέσω της παραγωγής γλυκόζης στο συκώτι όταν τα αποθέματα γλυκόζης και γλυκογόνου είναι μειωμένα και μέσω των αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη) που συνιστούν βασικά συστατικά του μυϊκού ιστού. Επίσης, οι πρωτεΐνες έχουν σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση βλαβών και τραυματισμών που προκαλούνται στις μυϊκές ίνες μέσα από την άσκηση. Τέλος, χρησιμοποιούνται από αρσιβαρίστες και αθλητές σωματικής διάπλασης για αύξηση και ενίσχυση της μυϊκής μάζας και δύναμης (Williams, 2014). Σύμφωνα με τους Phillips και Van Loo (2011) ο ρόλος της πρωτεΐνης στη βελτίωση και την προώθηση της αθλητικής απόδοσης εξαρτάται από το αν και πόσο η άσκηση είναι αερόβια ή άσκηση αντίστασης. Αυτή η διαίρεση γίνεται διότι οι αθλητές αντίστασης θέλουν να επιτύχουν άμεση αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης και έτσι καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες πρωτεΐνης σε σχέση με τους αθλητές αντοχής για να αυξήσουν τις μυϊκές πρωτεΐνες. Ακόμα, φαίνεται πως η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών μπορεί να λειτουργήσει προληπτικά στην απώλεια άλιπης μάζας σώματος σε περιόδους περιορισμένης πρόσληψης ενέργειας ανάλογα πάντα όμως το θερμιδικό έλλειμμα.

Επιπλέον, υπάρχουν και αναφορές που εξηγούν ότι για την ενίσχυση της σύνθεσης των μυϊκών πρωτεϊνών και της καθαρής ισορροπίας πρωτεΐνης, (που χρειάζονται για την επίτευξη της μυϊκής υπερτροφίας μέσω της προπόνησης) χρειάζεται η πρόσληψη πρωτεΐνης μετά από άσκηση αντιστάσεων (Burd et al. 2009, Phillips et Van Loon, 2011).

Τα λιπίδια μέσα από τις πολλές λειτουργίες που εκτελούν στον οργανισμό προβάλλουν την ανάγκη για την κατανάλωση τους, βέβαια σύμφωνα πάντα με τη συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη, γιατί μην ξεχνάμε πως η υπερβολική κατανάλωση συνδέεται με πληθώρα χρόνιων ασθενειών. Τα λιπίδια εκτελούν τους τρεις σκοπούς της τροφής, δηλαδή σχηματίζουν ιστούς, συμμετέχουν στην ρύθμιση του μεταβολισμού και προσδίδουν ενέργεια. Οι βασικές λειτουργίες τους όσον αφορά τη δομή είναι η κατασκευή κυτταρικών μεμβρανών, η μόνωση μέσω του λιπώδους ιστού για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σώματος και η απορρόφηση μηχανικών πιέσεων για την προστασία οργάνων. Όσον αφορά το μεταβολισμό η χοληστερόλη αποτελεί συστατικό πολλών ορμονών που βοηθούν στη ρύθμιση του μεταβολισμού. Επίσης, το συκώτι χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες χοληστερόλης για να παράγει χολικά άλατα που βοηθούν στην διαδικασία της πέψης των λιπών. Τέλος, η λειτουργία των λιπιδίων ως ενεργειακή πηγή είναι η παροχή ενέργειας για την εκπλήρωση των μεταβολικών διεργασιών. Όταν ο οργανισμός βρίσκεται σε ηρεμία περίπου το 60% της ενέργειας που καταναλώνει προκύπτει από το μεταβολισμό των λιπών καθώς παρέχουν 9 θερμίδες ανά γραμμάριο. Μεγάλο ποσοστό ενέργειας προέρχεται από τα λιπαρά οξέα ενώ μικρότερο από τις κετόνες (Williams, 2014). Σύμφωνα με τον deWit (2013) τα λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα γιατί συμβάλλουν στην απορρόφηση λιποδιαλυτών βιταμινών και θρεπτικών συστατικών φυτικής

προέλευσης, λειτουργούν ως θερμικοί και ηλεκτρικοί μονωτές, διευκολύνουν τη μετάβαση των νευρικών ώσεων και δημιουργούν αίσθημα πληρότητας μετά το φαγητό.

Ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν τα λίπη την ικανότητα άσκησης και τη βελτίωση της απόδοσης γνωρίζουμε πως είναι καλή ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ATP με τη μορφή των λιπαρών οξέων και ακολουθούν οι τριακυλογλυκερόλες. Εξαιτίας της προπόνησης από την οποία πηγάει η έντονη χρησιμοποίηση των λιπαρών οξέων ως ενεργειακή πηγή σημειώνεται βελτίωση στα αγωνίσματα αντοχής μέσω διατήρησης και εξοικονόμησης του μυϊκού γλυκογόνου. Γνωρίζουμε ήδη ότι το μυϊκό και ηπατικό γλυκογόνο μπορούν να παρέχουν συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας για αυτό και μέσα σε μία ώρα όπου τα επίπεδα της άσκησης είναι έντονα τα αποθέματα του γλυκογόνου μειώνονται, έτσι ξεκινάει η έντονη χρήση των ελεύθερων λιπαρών οξέων κάτι που προκαλεί τη μείωση της έντασης της άσκησης. Με άλλα λόγια όσο αυξάνεται η διάρκεια της άσκησης τόσο αυξάνεται και η χρησιμοποίηση του λίπους κάτι που συναντάμε στα παρατεταμένα αγωνίσματα αντοχής όπου στα τελευταία στάδια μπορεί να προσφέρει μέχρι και το 90% της συνολικής ενέργειας του οργανισμού. Επίσης, μεγάλη συμμετοχή έχουμε όταν ο ασκούμενος δουλεύει στο 25% της  $\dot{V}O_{2max}$ . Τα λιπαρά οξέα είναι το κύριο καύσιμο του μυ που το ποσοστό συμμετοχής τους στην παραγωγή ενέργειας φτάνει το 80%. Καθώς η ένταση ανεβαίνει στο 65% η συμμετοχή των λιπών πέφτει στο 50% με ισοδύναμη χρήση λιπαρών οξέων και μυϊκών τριακυλογλυκερόλων. Ενώ όταν η ένταση φτάσει το 85% της  $\dot{V}O_{2max}$  το ποσοστό συμμετοχής του λίπους πέφτει στο 25% ίσως και λιγότερο. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι η γλυκερόλη ως συστατικό έχει την ικανότητα αύξησης των επιπέδων νερού του σώματος πριν από την έναρξη της άσκησης, δράση η οποία επιφέρει βελτιωμένες αλλαγές στις λειτουργίες της καρδιάς αλλά και στις διαδικασίες ρύθμισης της θερμοκρασίας σώματος. Τέλος, να αναφέρουμε πως όταν υπάρχει έλλειψη υδατανθράκων από την διατροφή, ναι μεν ενισχύεται η δράση των λιπών αλλά μειώνεται η απόδοση. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη καφεΐνη η οποία αυξάνει την αερόβια αντοχή σε αγωνίσματα υπομέγιστης έντασης με διάρκεια >30-60 λεπτά, αυξάνει τη νευρομυϊκή λειτουργία, μειώνει το αίσθημα της κόπωσης και έχει ευεργετική δράση σε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (Williams, 2014).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται για τα συμπληρώματα ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) στην αθλητική διατροφή, καθώς η πλειοψηφία των αθλητών τα χρησιμοποιεί για να βελτιώσει την προπόνηση και την απόδοσή. Φαίνεται πως οι αθλητές που τα χρησιμοποιούν τείνουν να το κάνουν καθημερινά δίνοντας έμφαση και προσοχή στην αύξηση της μεταβολικής ικανότητας, στην καθυστέρηση της έναρξης της κόπωσης, στη βελτίωση της υπερτροφίας των μυών και της νευρομυϊκής λειτουργίας καθώς και στη μείωση των περιόδων ανάκαμψης. Οι αθλητές, προσπαθούν να βρουν θρεπτικά συστατικά που να είναι αποτελεσματικά και ικανά να διατηρήσουν την καλή υγεία ώστε να μειώσουν τα προβλήματα που τους αναγκάζουν να διακόψουν το εκπαιδευτικό τους πρόγραμμα. Υπάρχει λοιπόν η θεωρία ότι τα συμπληρώματα των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) πιθανόν με κάποιο τρόπο να συμβάλουν στις παραπάνω διαδικασίες φέροντας αποτελέσματα (Simopoulos, 2007), παρόλα αυτά αυτό δεν έχει αποδειχθεί ακόμη με σαφή στοιχεία.

Για την άποψη που υποστηρίζει ότι τα συμπληρώματα λιπαρών οξέων συμβάλλουν στην διατήρηση και την υπερτροφία των μυών, η υπάρχουσα βιβλιογραφία δίνει έμφαση στις θετικές επιδράσεις τους στον αναβολισμό και τον καταβολισμό των μυών (Smith et al. 2011, You et al. 2010, Smith et al. 2015) ενώ όσον αφορά το κομμάτι της αποκατάστασης των μυών, τη μυϊκή βλάβη και τον πόνο φαίνεται πως τα ω-3 PUFA έχουν κάποια θετική επίδραση αν και τα στοιχεία είναι αμφιλεγόμενα (Jouris et al. 2011). Τέλος, φαίνεται ότι τα ωμέγα-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (ω-3 PUFAs) έχουν έμμεσο ρόλο στον μεταβολισμό (Lozano et al. 2012) και στις λειτουργίες των σκελετικών μυών (Smith et al. 2015, Rodacki et al. 2012), ενώ υπάρχει και η θεωρία ότι μπορεί να συμβάλει στην καθυστέρηση του μυϊκού πόνου μετά από εκτέλεση έκκεντρης άσκησης.

Σχετικά με τις βιταμίνες γνωρίζουμε ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την υγεία και το μεταβολισμό του ανθρώπου καθώς η ανεπάρκεια τους μπορεί να οδηγήσει σε εξασθένηση του οργανισμού αλλά και σε αύξηση του κινδύνου εμφάνισης κάποιων νοσημάτων. Αντιστρόφως, η επαρκής κατανάλωση τους βοηθάει στην καλύτερη διατήρηση της υγείας και της αθλητικής απόδοσης. Ως συστατικά των ενζύμων, οι βιταμίνες βοηθούν και στην πέψη των τροφίμων, στη μεταφορά αερίων στο σώμα (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα), στην ανάπτυξη του σώματος και την πήξη του αίματος. Επίσης, έχουν αντιοξειδωτική δράση που καταπολεμά τις ελεύθερες ρίζες (Williams, 2014). Σύμφωνα με τους Rodriguez et al. (2010) οι βιταμίνες συμμετέχουν στη διατήρηση της καλής υγείας των οστών, στη σωστή λειτουργία του ανοσοποιητικού καθώς και στη σύνθεση και επιδιόρθωση του μυϊκού ιστού.

Όσον αφορά την άσκηση οι βιταμίνες αν και δεν αποτελούν πηγή ενέργειας έχουν ουσιαστικό ρόλο καθώς συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία αρκετών φυσιολογικών διεργασιών του οργανισμού, τα επίπεδα των οποίων αυξάνονται στη διάρκεια της άσκησης και έτσι καθιστούν τις βιταμίνες αναγκαίες για τη βέλτιστη στήριξη των λειτουργιών. Είναι ευρέως διαδομένο ότι συγκεκριμένες μορφές προπόνησης και ιδιαίτερα οι έντονες και επίπονες συχνά προκαλούν μυϊκές βλάβες και μυαλγίες. Παράλληλα, υπάρχει η θεωρία ότι οι βιταμίνες μέσα από την αντιοξειδωτική τους δράση προλαμβάνουν τις μυϊκές βλάβες στη διάρκεια της προπόνησης-άσκησης. Επομένως, μέσα από αυτή τη δράση των βιταμινών η οποία επιτρέπει στον ασκούμενο να συνεχίζει την προπόνηση πιο αποτελεσματικά χωρίς μυϊκές βλάβες, θεωρητικά οδηγεί σε βελτίωση των επιδόσεων (Williams, 2014). Επιπλέον, βοηθούν στην κάλυψη των αναγκών για τη δημιουργία, την επισκευή αλλά και τη συντήρηση της άλιπης μάζας του σώματος (Rodriguez et al. 2010). Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη Βιταμίνη D λόγω της δράσης της στα οστά, στην E που βοηθά την άσκηση σε υψόμετρο, στη C που έχει αντιοξειδωτικό ρόλο, στο συνένζυμο Q10 που θεωρείται ότι καθυστερεί την κόπωση και στο ginseng που θεωρείται ότι αναπτύσσει αντίσταση στο στρες, αυξάνει την απόδοση και επιταχύνει την αποκατάσταση (Williams, 2014).

Τα ανόργανα συστατικά παρουσιάζουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή και είναι απαραίτητα για τη ρύθμιση ορισμένων λειτουργιών (Βουδούρη, 2000). Πιο συγκεκριμένα, συμμετέχουν ως δομικά υλικά για την ανάπτυξη και την επισκευή των ιστών (δοντιών, οστών κ.α.) και συμβάλλουν στη ρύθμιση του μεταβολισμού. Κάποια

από τα ανόργανα συστατικά χρειάζονται για τη ενεργοποίηση ορισμένων ορμονών και ενζύμων. Πέρα από τη συμβολή τους στις παραπάνω βασικές λειτουργίες, έχουν και άλλες φυσιολογικές διεργασίες τις οποίες ρυθμίζουν, όπως τη φυσιολογική νευρική και μυϊκή λειτουργία, τη μεταφορά του οξυγόνου, τη διατήρηση αποθεμάτων νερού στο σώμα, τη πήξη του αίματος και τη φυσιολογική καρδιακή λειτουργία. Δρουν ως καταλύτες για πλείστες κυτταρικές λειτουργίες, συνδέονται συνήθως για το σχηματισμό αλάτων και ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για τη διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας (Williams, 2014).

Στο χώρο της άσκησης τα ανόργανα συστατικά βοηθούν μέσα από τις διάφορες διεργασίες και λειτουργίες που επιτελούν στον οργανισμό, οι οποίες μοιάζουν με εκείνες των βιταμινών. Μπορεί να μην αποτελούν πηγή ενέργειας ωστόσο ρυθμίζουν τη μυϊκή σύσπαση, τη μεταφορά του οξυγόνου, τη μετάδοση των νευρικών σημάτων και τη διατήρηση των αποθεμάτων νερού. Επίσης, είναι χρήσιμα και απαραίτητα για τη σύνθεση νέων ιστών που αφορούν την προπόνηση και την άσκηση, ενώ αποκαθιστούν και τις απώλειες που προκύπτουν από τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια ή μετά την έντονη άσκηση. Αυξημένες ανάγκες ασβεστίου έχουν οι αθλητές αντοχής και οι αθλήτριες που έχουν δευτεροπαθή αμηνόρροια και σιδήρου κατά τη διάρκεια της έμμηνου ρύσης. Ακόμα, ανάγκη σιδήρου έχουν οι αθλήτριες της αντοχής εξαιτίας της συνεισφοράς του στη μεταφορά του οξυγόνου (Williams, 2014).

Τέλος, βασικό συστατικό της διατροφής του ανθρώπου είναι το νερό. Οι βασικές λειτουργίες που επιτελεί και το κάνουν τόσο απαραίτητο στον οργανισμό είναι η λειτουργία του ως βασικό συστατικό της δομής του κυτταροπλάσματος, η παροχή προστασίας στους ιστούς που έχουν εξαιρετική σημασία για την ζωή όπως ο νωτιαίος μυελός και ο εγκέφαλος, ο έλεγχος της οσμωτικής πίεσης του σώματος, η βοήθεια να διατηρηθεί η ισορροπία ανάμεσα στο νερό και τους ηλεκτρολύτες, ο ρόλος του ως βασικό συστατικό του αίματος που συμβάλλει στη μεταφορά του οξυγόνου, των θρεπτικών συστατικών, των ορμονών κ.α. στα κύτταρα ενώ παράλληλα βοηθάει στην αποβολή των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού, υγραίνει τους ιστούς (στόμα, μάτια, μύτη), βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο στη σωστή και ομαλή λειτουργία των αισθήσεων, και η ρύθμιση της θερμοκρασία του σώματος (Williams 2014, Jequier et Constant, 2010).

Η βασικότερη και σπουδαιότερη λειτουργία του νερού ιδιαίτερα για τους αθλητές είναι η θερμορύθμιση του σώματος, η οποία εξασφαλίζει καλύτερη απόδοση. Έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι συνιστά το διαλύτη μέσα στον οποίο εισέρχονται και λειτουργούν όλες οι θρεπτικές ουσίες. Λιπαίνει τις αρθρώσεις, οι οποίες περιβάλλονται από υγρό το οποίο διευκολύνει και επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση των οστών μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η μυϊκή συστολή και γενικότερα την κινητικότητα του αθλητή (Jequier et Constant, 2010). Επίσης, συμβάλλει την διατήρηση των ηλεκτρολυτών οι οποίοι με την σειρά τους επηρεάζουν τη μυϊκή συστολή, δρουν στις κυτταρικές μεμβράνες, δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα και ενεργοποιούν διάφορα ένζυμα (Williams, 2014). Όσον αφορά γενικότερα τα υγρά, η κατανάλωση αθλητικών ποτών με υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες κατά τη διάρκεια της άσκησης λειτουργούν ως σημαντικό καύσιμο για τους μύες, εξυπηρετούν τη διατήρηση της γλυκόζης του αίματος και το μηχανισμό δίψας ενώ

μειώνουν και τον κίνδυνο για αφυδάτωση ή υπονατρίαζα (American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada, 2001). Γενικότερα, η συμβολή του νερού στις φυσιολογικές λειτουργίες και μεταβολικές διεργασίες του οργανισμού είναι σημαντική.

## 2.12. Κλασσικές υπερτροφές

Τρόφιμα πλούσια σε υδατάνθρακες

Μέσα από μελέτες έχει διαπιστωθεί πως η κατανάλωση υδατανθράκων κατά τη παρατεταμένη άσκηση αντοχής με διάρκεια  $> 2$  ώρες είναι καλή και χρήσιμη διατροφική στρατηγική καθώς εξυπηρετεί τη συντήρηση της απόδοσης της άσκησης (Murray et al. 1989). Η αύξηση και η βελτίωση της απόδοσης της άσκησης λόγω πρόσληψης υδατανθράκων, σχετίζεται με παράγοντες στους οποίους περιέχονται η διατήρηση της συγκέντρωσης γλυκόζης στο αίμα, οι υψηλοί ρυθμοί οξείδωσης των υδατανθράκων στα τελευταία στάδια του αγώνα και η αποδυνάμωση της μείωσης γλυκογόνου του ήπατος σε παρατεταμένη άσκηση (Gonzalez et al. 2015). Είναι αλήθεια ότι το ποσό της κατανάλωσης υδατανθράκων που είναι απαραίτητο για την υποστήριξη και την ενίσχυση της άσκησης σχετίζεται με την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης. Ωστόσο, οι συστάσεις για την κατανάλωση υδατανθράκων κυμαίνονται σε γενικές γραμμές από 30 έως 60g / h, ενώ κάποιες προτείνουν μέχρι και 90g / h ανάλογα με τον τύπο υδατανθράκων που λαμβάνονται και τη διάρκεια της άσκησης που εκτελείται (Jeukendrup, 2014).

Πατάτα:



Για τους παραπάνω λόγους, η πατάτα που είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και αποτελεί σημαντική πηγή υδατανθράκων θεωρείται μια πολλά υποσχόμενη τροφή για τους αθλητές, ενώ ταυτόχρονα είναι και μία οικονομική λύση (Salvador et al. 2019). Ως προς την δομή τους, οι πατάτες αποτελούνται περίπου από 80% νερό και 20% στερεό. Ωστόσο, αυτή η δομή μπορεί να παρουσιάσει διαφορές οι οποίες οφείλονται στην ποικιλία (Pillai et al. 2013). Όταν από τα 20 γραμμάρια της στερεάς πατάτας πάρουμε σε κόνδυλο 100g, περίπου 18g είναι υδατάνθρακες και 2g είναι πρωτεΐνη. (Prat et al. 1990). Οι πατάτες όπως αναφέρθηκε και παραπάνω αποτελούν ένα φαγητό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι μια μερίδα 100g ψημένης πατάτας είναι ικανή να προσφέρει τις συνιστώμενες ημερήσιες τιμές διαφόρων θρεπτικών συστατικών που βασίζονται σε μια διατροφή η οποία παρέχει 2000 θερμίδες ανά ημέρα (δεδομένα από [nutrdata.self.com](http://nutrdata.self.com) και USDA SR-21). Όπως

αναφέρουν τα δεδομένα, μια μερίδα 100g έχει 97 θερμίδες ή αλλιώς 5% της ημερήσιας τιμής, ωστόσο, παρέχει μεγαλύτερο ποσοστό αρκετών θρεπτικών συστατικών συγκριτικά με τις θερμίδες (Gibson et Kurilich 2012, Drewnowski et Fulgoni 2014, USDA, ARS, Laboratory AND USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2016). Στα θρεπτικά συστατικά που παρέχει, περιλαμβάνονται και 22% των συνιστώμενων ποσοτήτων βιταμίνης C και 16% του καλίου. Σύμφωνα με την βρετανική διατροφή, η πατάτα έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς βρέθηκε να παρέχει 7% της συνολικής ενέργειας και μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένου του 15% της βιταμίνης B6, 14% της βιταμίνης C, 13% των ινών, 10% του φυλλικού οξέος, 9% μαγνησίου και ελάχιστη ποσότητα κορεσμένων λιπαρών οξέων που φτάνει το 4% (Gibson et Kurilich, 2012). Επίσης, 6% σιδήρου και 4% παντοθενικού οξέος (Navarre et al. 2016).

Καρπούζι:



Μια ακόμη τροφή που είναι πλούσια σε υδατάνθρακες είναι το καρπούζι και ο χυμός του. Η σάρκα ενός καρπουζιού ανά 100g περιλαμβάνει 7,5% υδατάνθρακες, 91% νερό και ελάχιστες ποσότητες πρωτεΐνης και λίπους. Αυτή η αναλογία και η σύνθεση, παρουσιάζει με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση του νερού προς τους υδατάνθρακες όπως συμβαίνει στα περισσότερα εμπορικά διαθέσιμα αθλητικά ποτά. Από τα παραπάνω, προκύπτει η άποψη ότι η κατανάλωση χυμού καρπουζιού είναι το ίδιο αποτελεσματική όσο ένα κλασικό αθλητικό ποτό, ως προς την ενέργεια και την ενυδάτωση που προσφέρει, για την υποστήριξη της απόδοσης σε άσκηση αντοχής (Shanely et al. 2016).

Το καρπούζι είναι ένα φρούτο που εκτός από τους υδατάνθρακες παρέχει και άλλα θρεπτικά συστατικά όπως λυκοπένιο, L- κιτρουλίνη και L- αργινίνη. Έχει την ικανότητα να στηρίζει την απόδοση της άσκησης, να ενισχύει την αντιοξειδωτική δράση και να προσφέρει βοήθεια στη μείωση της φλεγμονής που επέρχεται από την άσκηση και τις έμφυτες ανοσολογικές αλλαγές (Shanely et al. 2016).

Η σάρκα του αποτελεί σημαντική πηγή βιοδιαθέσιμων ενώσεων, που εκτός των άλλων περιλαμβάνει και άλλα καροτενοειδή, τις βιταμίνες A και C, και το μη απαραίτητο αμινοξύ L- κιτρουλίνης (Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ, Rimando et Perkins-Veazie, 2005). Τα καροτενοειδή αναφέρονται ως φυσικές λιποδιαλυτές ενώσεις που λειτουργούν και προσφέρουν αντιοξειδωτικά, αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινογόνα αποτελέσματα (Ghaniyouri et al. 2013, Gann et al. 1999). Στο λυκοπένιο (που είναι χρωστική ουσία) οφείλεται το βαθύ-κόκκινο χρώμα του καρπουζιού (4532μg / 100g) (Stahl et Sies, 2003). Λόγω των αντιοξειδωτικών, της L- κιτρουλίνης, του λυκοπένιου, του β-καροτένιου και της βιταμίνης C (Akashi et al. 2001, Müller et al. 2011), το καρπούζι παρουσιάζει την ικανότητα να ενισχύει την

αντιοξειδωτική δράση στο πλάσμα και να μειώνει το οξειδωτικό στρες που παρουσιάζεται πριν και μετά την άσκηση (Tarazona et al. 2013).

Τέλος, υπάρχουν αναφορές που υποστηρίζουν ότι ο χυμός καρπουζιού (1,2g L-κιτρουλλίνης) και ο εμπλουτισμένος χυμός καρπουζιού (6g L-κιτρουλλίνη) συμβάλουν στη μείωση του μυϊκού πόνου μετά από 24 ώρες άσκησης (Tarazona et al. 2013).

Τρόφιμα πλούσια σε πρωτεΐνες

Γάλα:



Το γάλα με χαμηλά λιπαρά (2%) έχει 128kcal, 9g πρωτεΐνης, 12g υδατάνθρακες, 5g λίπος και 129mg νατρίου ανά 250ml. Επίσης, προσφέρει μεγάλη ποσότητα καζεΐνης και πρωτεΐνης ορού γάλακτος και είναι πλούσιο σε αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας, όπως η λευκίνη, η ισολευκίνη και η βαλίνη που έχουν σημαντική επίδραση στη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης (Jackman et al. 2017). Περιέχει επίσης υδατάνθρακες σε σημαντικές ποσότητες που εξυπηρετούν την αναπλήρωση των αποθεμάτων γλυκογόνου μυών και ήπατος. Το γάλα, έχει επίσης εξαιρετικό δείκτη ενυδάτωσης (Maughan et al. 2016) και υψηλή περιεκτικότητα σε νάτριο. Με βάση τα παραπάνω, το αγελαδινό γάλα φαίνεται ιδανικό για σκοπούς αποκατάστασης, δηλαδή τη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας των μυϊκών πρωτεϊνών, την επανασύνθεση του γλυκογόνου, την επανυδάτωση και την κατάλληλη διαχείριση του ενεργειακού ισοζυγίου (James et al. 2019).

Έχει αναφερθεί πως η κατανάλωση ενός ποσού πρωτεΐνης μεγαλύτερο από τη συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη των 0,8g / kg σωματικού βάρους / ημέρα υποστηρίζει τη διατήρηση και την επαναφορά της μυϊκής μάζας και οδηγεί σε καλύτερη φυσική απόδοση τους υγιείς ενήλικες (Calvani et al. 2013, Gregorio et al. 2014). Για παράδειγμα, ο ορός γάλακτος που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας (13,4% λευκίνη σε ορό) συνιστά βασικό ρυθμιστή του αναβολισμού των μυϊκών πρωτεϊνών (Kimball et Jefferson, 2006) και πιστεύεται ότι αποτελεί εξαιρετικό μέσο για τη διατήρηση και την ενίσχυση της μυϊκής μάζας και της απόδοσης σε ενήλικες (West et al. 2017, Lancha et al. 2017). Το γάλα είναι ένα τρόφιμο πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά που παρουσιάζει ικανότητες βελτίωσης της μυϊκής μάζας (Hanach et al. 2019) και της απόδοσης (Radavelli-Bagatini et al. 2013), ενώ ταυτόχρονα η μεγαλύτερη πρόσληψη του θεωρείται καλό μέσο για την πρόληψη της σαρκopenίας (Bauer et al. 2015). Επίσης, περιέχει ένα σύνολο θρεπτικών (Haug et al. 2007) και βιοδραστικών συστατικών (Mills et al. 2011) που έχουν εξαιρετική σημασία για την υγεία του ανθρώπου (Pereira, 2014).

Όσον αφορά το πλήρες γάλα προσφέρει κατά προσέγγιση πρωτεΐνες υψηλής ποιότητας (20% ορού γάλακτος και 80% καζεΐνες), μέταλλα (όπως ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, ιώδιο), βιταμίνες (A, E και B), υδατάνθρακες (λακτόζη και ολιγοσακχαρίτες) και λίπη. Συνιστά ένα μείγμα 70% κορεσμένων και 30% μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Pereira, 2014). Εκτός από την πρωτεΐνη, τα βιοδραστικά πεπτίδια που υπάρχουν στο γάλα λειτουργούν ως αντιπερτασικά, αντιθρομβωτικά, αντιμικροβιακά και ανοσορυθμιστικά και έχουν φυσιολογικά αποτελέσματα (Mills et al. 2011, Layman et al. 2018).

Τα αποτελέσματα από μελέτες παρέμβασης, με δείγμα νεαρούς ενήλικες και αθλητές που θέλησαν να εξετάσουν πως το γάλα χωρίς λιπαρά και το αποβουτυρωμένο γάλα σε συνδυασμό με RE επιδρά στον οργανισμό (Josse et al. 2010, Hartman et al. 2007), αφού το σύγκριναν με λήψη ισοκαλωρικού υδατάνθρακα ή ποτού που είχε ως βάση τη σόγια (Wilkinson et al. 2007), βρήκαν υψηλότερο άπαχο μυ, απώλεια μάζας λίπους, μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη, (Josse et al. 2010, Hartman et al. 2007) και αυξημένη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης (Wilkinson et al. 2007).

Τέλος, φαίνεται πως η κατάποση γάλακτος βοηθάει στον περιορισμό της μυϊκής βλάβης και του πόνου, αυξάνει τη σύνθεση της μυϊκής πρωτεΐνης και προσφέρει ενυδάτωση στους μύες όπως ακριβώς ή και καλύτερα από τα εμπορικά διαθέσιμα ποτά ανάκτησης (Vliet et al. 2018, James et al. 2019). Τα αποτελέσματα ερευνών που έλαβαν για δείγμα νεαρούς ενήλικες σημείωσαν πως εκτός από τη γνωστή αναβολική δράση που έχουν τα βασικά πρωτεϊνικά συστατικά του γάλακτος (ορός γάλακτος και καζεΐνες) πιθανόν να προκύπτουν και άλλα οφέλη στην υγεία και τους μύες του ανθρώπου (Granic et al. 2020). Έχει εκφραστεί η πιθανή αυξημένη ικανότητα της λευκίνης και των άλλων αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (ισολευκίνη και βαλίνη) να ενεργοποιούν τον αναβολισμό των μυϊκών πρωτεϊνών, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων WPC (Garlick 2005, Katsanos et al. 2006).

Τρόφιμα πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

Ελαιόλαδο:



Το ελαιόλαδο (ιδιαίτερα το εξαιρετικά παρθένο) αποτελεί βασικό τρόφιμο της μεσογειακής διατροφής και έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην κατανάλωση του και τη μείωση της φλεγμονής και του κινδύνου καρδιαγγειακών διαταραχών και θνησιμότητας (Guasch-Ferre et al. 2014, García-Gavilán et al. 2018). Στα 15mL παρθένου ελαιόλαδου που είναι 120kcal υπάρχουν 14g λιπαρά, από τα οποία τα 10 είναι μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Πρωτίστως, το ελαιόλαδο παρέχει το ελαϊκό οξύ (βασικό μονοακόρεστο λιπαρό οξύ), το οποίο συνιστά το 73% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρά. Μία από τις λειτουργίες

που επιτελεί το ελαϊκό οξύ στον οργανισμό είναι η μείωση της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες (Basu et al. 2006, Menendez 2006).

Επιπρόσθετα, το ελαιόλαδο είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες, οι οποίες έχουν αναγνωρισθεί για τις αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες τους, για αυτό και πιθανόν να προκαλούν τα παραπάνω οφέλη στον οργανισμό (Cicerale et al. 2012, Gorzypnik-Debicka et al. 2018), ενώ εκτελούν και πολλές άλλες βιολογικές δραστηριότητες, όπως η ρύθμιση της οξειδοαναγωγής των κυττάρων (Singh et al. 2008). Από έρευνα, έχει σημειωθεί η θετική επίδρασή που ασκούν τα συμπληρώματα ελαιολάδου στην υγεία, παρόλα αυτά στον τομέα της άσκησης και όσον αφορά την απόδοση αντοχής τα στοιχεία παραμένουν αδιευκρίνιστα (Caró et al. 2016).

Συμπεράσματα που διεξήχθησαν από άλλες έρευνες, έδειξαν ότι τα συμπληρώματα ακόρεστων λιπαρών οξέων προκαλούν μια μικρή αύξηση στην οξείδωση του λίπους μετά από προπόνηση αλλά δεν επηρεάζουν άλλες φυσιολογικές παραμέτρους, όπως την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Caró et al. 2016).

Το ελαιόλαδο είναι ένα τρόφιμο που περιέχει πάνω από 200 διαφορετικές χημικές ενώσεις. Ανάμεσα σε αυτές είναι και οι στερόλες, τα καροτενοειδή, τα τριτερπενικά αλκοόλ καθώς και οι φαινόλες και οι ενώσεις τους (Servili et Montedoro, 2002). Όσον αφορά τις φαινόλες, οι βασικές υποκατηγορίες τους που συναντάμε στο ελαιόλαδο είναι οι φαινολικές αλκοόλες, τα φαινολικά οξέα, τα φλαβονοειδή, οι λιγνάνες και τα σεκοϊριδοειδή (Bendini et al. 2007, Servili et al. 2009), τα οποία ποσοτικά ξεπερνάνε τα υπόλοιπα (Casamenti et Stefani, 2017). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, υπάρχουν πολλές έρευνες και αναφορές οι οποίες τονίζουν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φαινόλων, οι οποίες τις καθιστούν ικανές να ρυθμίζουν και να μετριάσουν το οξειδωτικό στρες στον εγκεφαλικό ιστό. Κάποιες από αυτές, όπως η ολευροπεΐνη και η υδροξυτυροσόλη, έχουν την ικανότητα να λειτουργούν ως καθαριστές του οργανισμού εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες ενώ από την άλλη πλευρά η ολευροπεΐνη προστατεύει τις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας εμποδίζοντας την οξείδωση τους (Beauchamp et al. 2005, Visioli et al. 2002, Petroni et al. 1995, González-Correa et al. 2008, Visioli et Galli, 1994).

### III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### 3.1 Αναζήτηση

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στη διαδικτυακή βάση δεδομένων της Εθνικής Βιβλιοθήκης Ιατρικής των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (PubMed) και στη διαδικτυακή βιβλιογραφική βάση δεδομένων Scopus (Elsevier). Χρησιμοποιήθηκαν οι όροι “superfood”, “exercise”, “athletic performance”, “dynamic exercise”, “endurance exercise”, “muscle damage”, “banana”, “egg”, “berries”, “pomegranate”, “ginger”, “spirulina”, “potato”, “watermelon”, “milk”, “olive oil” συνδυαστικά. Ο αρχικός αριθμός των αποτελεσμάτων που προέκυψε έπειτα από τον συνδυασμό των όρων ήταν 8.278 αποτελέσματα στο PubMed και 4.678 αποτελέσματα στο Scopus. Στη συνέχεια και αφού τέθηκαν περιορισμοί στην αναζήτηση, το πλήθος των άρθρων

περιορίστηκε σε 111. Ακολούθησε ανάγνωση των τίτλων και των περιλήψεων των άρθρων που απέμειναν και σε περιπτώσεις όπου υπήρξε απουσία ή μη σαφή περιήληψη έγινε επιπλέον ανάγνωση ενός μέρους των άρθρων.

### **3.2 Κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού**

Κατά την επιλογή των άρθρων τέθηκαν τα εξής κριτήρια αποκλεισμού: α) κλινικός πληθυσμός β) άτομα με αναπηρία, γ) ζώα εκτός του ανθρώπινου είδους. Έρευνες που για να εξετάσουν τα θρεπτικά συστατικά κάποιων τροφίμων, χρησιμοποίησαν συμπληρώματα διατροφής όπως συνέβη για παράδειγμα σε μια έρευνα που χρησιμοποιούσε συμπληρώματα ιχθυελαίου πλούσια σε ω-3 λιπαρά οξέα, δεν αποτέλεσαν πρωταρχικές πηγές και δεν λήφθηκαν υπόψιν πέρα από κάποιες εξαιρέσεις. Όσον αφορά τα κριτήρια επιλογής των άρθρων αυτά ήταν τα εξής: να είναι πειραματική έρευνα ή μελέτη περίπτωσης, το δείγμα να είναι υγιείς ενήλικες ή έφηβοι ή και μεσήλικες που αθλούνται, να χρησιμοποιήθηκε κάποια υπέρ/τροφή ή διατροφικός χειρισμός ως μέρος της βελτίωσης της απόδοσης ή των παραγόντων που συμβάλουν σε αυτή καθώς και στην ενίσχυση της υγείας. Τέλος, επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν και κάποιες ανασκοπήσεις σχετικές με το θέμα της μελέτης. Έτσι λάβαμε επιπλέον στοιχεία επί του θέματος και μέσω των βιβλιογραφικών αναφορών τους, εντοπίσαμε πειραματικές έρευνες που κρίθηκαν κατάλληλες και τις οποίες χρησιμοποιήσαμε.

### **3.3. Επεξεργασία**

Τα άρθρα που εν τέλει κρίθηκαν κατάλληλα, καθώς πληρούσαν τα κριτήρια για αυτό και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν εκατόν έντεκα. Το παλαιότερο άρθρο είχε δημοσιευτεί τον Οκτώβριο του 1985 και το πιο πρόσφατο τον Μάιο του 2020. Αφού έγινε ανάγνωση της περιλήψης του κάθε άρθρου, εντοπίστηκαν οι υποθέσεις, ο σκοπός και η μεθοδολογία. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένας πίνακας που ανέγραφε τα βασικότερα στοιχεία του κάθε άρθρου (δείγμα, τρόφιμο/ά που χρησιμοποιήθηκαν, θρεπτικά συστατικά, διατροφικός χειρισμός, δοσολογίες, είδος και διάρκεια άσκησης, παράγοντες που εμφάνισαν βελτίωση, παρατηρήσεις) ώστε να γίνει διαχωρισμός των άρθρων με ένα κοινό κριτήριο. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη διατροφική παρέμβαση και τη μεθοδολογική προσέγγιση του ζητήματος.

## **IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### **4.1. Γενικά**

Από τα εκατόν έντεκα άρθρα που βρέθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τα εβδομήντα τρία αφορούν πειραματικές έρευνες, εκ των οποίων τα τριάντα εξετάζουν την επίδραση στην απόδοση και τα σαράντα τρία στην υγεία ενώ, τα υπόλοιπα τριάντα εννέα άρθρα είναι ανασκοπήσεις. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την μπανάνα βρέθηκαν εφτά άρθρα από τα οποία τα τέσσερα αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση της μπανάνας στην απόδοση, τα δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση της μπανάνας στην υγεία και ένα ήταν

βιβλιογραφική ανασκόπηση που εξέταζε τον γλυκαιμικό δείκτη διάφορων τροφίμων. Σχετικά με το αυγό βρέθηκαν οχτώ άρθρα από τα οποία δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση του αυγού στην απόδοση, το ένα εξέταζε την επίδραση ενός συστατικού του αυγού στην απόδοση και πέντε αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση του αυγού στην υγεία.

Περνώντας στα βατόμουρα-βακκίνια βρέθηκαν οχτώ άρθρα από τα οποία τα δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση τους στην απόδοση, το ένα αφορούσε πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση των βακκινίων στην λειτουργική ικανότητα ηλικιωμένων ατόμων, τα τρία αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση των βακκινίων στην υγεία και τα τρία ήταν ανασκοπήσεις σχετικά με την επίδραση των βακκινίων στην υγεία.

Όσον αφορά το ρόδι βρέθηκαν οχτώ έρευνες από τις οποίες δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση του χυμού ροδιού στην απόδοση, τέσσερις αφορούσαν έρευνα που εξέταζε την επίδραση του ροδιού στην υγεία και δύο ήταν ανασκοπήσεις σχετικά με την επίδραση κάποιων τροφίμων (μαζί και του ροδιού) στην υγεία.

Σχετικά με το τζίντζερ βρέθηκαν έντεκα άρθρα από τα οποία τα δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση του τζίντζερ στην απόδοση, το ένα αφορούσε πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση της κουρκουμίνης στην απόδοση, τα τρία αφορούσαν πειραματικές έρευνες που εξέταζαν την επίδραση του τζίντζερ στην υγεία, τα τρία ήταν ανασκοπήσεις που έλεγχαν την επίδραση του τζίντζερ και άλλων τροφίμων στην απόδοση και τα δύο ήταν ανασκοπήσεις που έλεγχαν την επίδραση του τζίντζερ στην υγεία.

Ακολουθεί η σπιρούλινα για την οποία βρέθηκαν δεκατρία άρθρα από τα οποία τα δύο αφορούσαν έρευνα που εξέταζε την επίδραση της στην απόδοση, τα οκτώ αφορούσαν έρευνα που εξέταζε την επίδραση της στην υγεία, τα δύο αφορούσαν έρευνα σχετικά με την φυτοχημεία και το ένα αφορούσε ανασκόπηση που εξέταζε την επίδραση της σπιρουλίνας στην υγεία.

Έπειτα έχουμε την πατάτα για την οποία βρέθηκαν εννέα άρθρα από τα οποία τα τρία αφορούσαν πειραματική έρευνα που εξετάζει την επίδραση της στην απόδοση, τα δύο αφορούσαν έρευνα σχετικά με την φυτοχημεία και την θρεπτική αξία της πατάτας, το ένα αφορούσε ανασκόπηση που αναφερόταν στις επιδράσεις της πατάτας στην απόδοση και τα τρία αφορούσαν ανασκοπήσεις σχετικά με την φυτοχημεία και τα θρεπτικά συστατικά.

Συνεχίζουμε με το καρπούζι για το οποίο βρέθηκαν εννέα άρθρα από τα οποία τα δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα η οποία εξέταζε την επίδραση του στην απόδοση, τα δύο αφορούσαν έρευνα η οποία εξέταζε την επίδραση του στην υγεία, τα τρία αφορούσαν έρευνα σχετικά με την επίδραση κάποιου συστατικού του καρπουζιού στην υγεία και τα δύο αφορούσαν ανασκόπηση που αναφερόταν στις γενικές δράσεις κάποιων συστατικών του καρπουζιού.

Επίσης, έχουμε το γάλα για το οποίο βρέθηκαν δεκαοκτώ άρθρα από τα οποία τα επτά αφορούσαν πειραματική έρευνα σχετικά με την επίδραση του στην απόδοση, το ένα αφορούσε πειραματική έρευνα που εξέταζε την επίδραση του στην υγεία και την απόδοση, τα πέντε ήταν ανασκοπήσεις σχετικά με την επίδραση στην υγεία, τα δύο

ήταν ανασκόπησεις σχετικά με την επίδραση του στην υγεία και την απόδοση, τα δύο ήταν ανασκόπησεις για την επίδραση του στην απόδοση και το ένα ήταν μια μετά-ανάλυση σχετικά με την επίδραση του στην απόδοση.

Τέλος, για το ελαιόλαδο βρέθηκαν δεκαοκτώ άρθρα από τα οποία τα δύο αφορούσαν πειραματική έρευνα σχετικά με την επίδραση του ελαιολάδου στην απόδοση, τα πέντε αφορούσαν πειραματική έρευνα σχετικά με την επίδραση του στην υγεία, τα εννέα ήταν ανασκόπησεις σχετικά με την επίδραση του στην υγεία, το ένα ήταν ανασκόπηση σχετικά με την επίδραση του στην απόδοση και την υγεία και το ένα αφορούσε την φυτοχημεία.

Πέρα από τις έρευνες που εξέτασαν την επίδραση των τροφίμων στις παραμέτρους απόδοσης, όπως η  $VO_{2max}$ , υπήρξαν και πολλές έρευνες οι οποίες ασχολήθηκαν με την επίδραση των τροφίμων στην βελτίωση κάποιων παραγόντων άσκησης που θα είχαν ως επακόλουθο την βελτίωση της απόδοσης, όπως για παράδειγμα η φλεγμονή, ο καθυστερημένος μυϊκός κάματος, το οξειδωτικό στρες ακόμα και η σύνθεση του σώματος.

Όλες οι έρευνες χρησιμοποίησαν διατροφική παρέμβαση με τουλάχιστον ένα τρόφιμο ως συμπλήρωμα για τη βελτίωση της απόδοσης. Δεκατρείς έρευνες χρησιμοποίησαν το τρόφιμο με την μορφή ποτού-χυμού-εκχυλίσματος. Πέντε έρευνες χρησιμοποίησαν το τρόφιμο απευθείας με την μορφή του καρπού, εκ των οποίων η μια έρευνα είχε επεξεργαστεί το τρόφιμο (την πατάτα) και το έκανε πουρέ. Εννέα έρευνες χρησιμοποίησαν συμπληρώματα των τροφίμων ή κάποιων από τα συστατικά τους και μία έρευνα χρησιμοποίησε το τρόφιμο με την μορφή σκόνης.

Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις έρευνες ήταν νεαροί ενήλικες ή ενήλικες, ενώ μόνο ένα άρθρο ασχολήθηκε με ηλικιωμένους. Από το πλήθος των ερευνών που χρησιμοποιήθηκαν οι δεκαεννέα είχαν ως δείγμα μόνο ανδρικό πληθυσμό, οι τέσσερις μόνο γυναικείο πληθυσμό και τέσσερις μεικτό πληθυσμό.

Όσον αφορά τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε, δεκαοκτώ έρευνες χρησιμοποίησαν τυχαιοποιημένη μέθοδο κατανομής δείγματος και τροφίμου, από τις οποίες οι δεκατρείς ήταν και διπλά-τυφλά ελεγχόμενες και crossover μελέτες. Σχετικά με την προσέγγιση του εκάστοτε σχεδιασμού που ακολουθήθηκε, δεκατρείς έρευνες συνέκριναν διατροφική παρέμβαση (με ή χωρίς άσκηση) με ομάδα ελέγχου (placebo), δεκατρείς συνέκριναν διαφορετικούς διατροφικούς χειρισμούς, δύο συνέκριναν διαφορετικό διατροφικό χειρισμό με ομάδα ελέγχου, μία συνέκρινε διατροφική παρέμβαση με παρέμβαση άσκησης, μία συνέκρινε την ίδια δοκιμή με και χωρίς διατροφική παρέμβαση και μια συνέκρινε την ώρα λήψης της διατροφικής παρέμβασης (πριν και μετά από άσκηση) με ομάδα ελέγχου.

## **4.2. Υπερτροφή, κύριο συστατικό και απόδοση**

### **4.2.1. Μπανάνα και υδατάνθρακες**

Ο Mitchell et al. (2000) πραγματοποίησαν μια μελέτη με σκοπό να ελεγχθεί και να προσδιοριστεί η επίδραση της κατάποσης διαλυμάτων που περιλαμβάνουν μείγματα κάποιων τύπων υδατανθράκων στη γλυκαιμική απόκριση που εμφανίζεται πριν από την άσκηση, την υπογλυκαιμία που εμφανίζεται εξαιτίας της άσκησης, τις

μεταβολικές αποκρίσεις και την απόδοση στα 10χλμ. Για αυτό χρησιμοποίησαν δέκα εκπαιδευμένους δρομείς οι οποίοι πραγματοποίησαν έξι φορές με το δικό τους ρυθμό έναν διάδρομο 10-km με διάρκεια μία ώρα, ύστερα από κατανάλωση 900ml ενός από των παρακάτω διαλυμάτων: ένα εικονικό φάρμακο (WP), ένα διάλυμα σιροπιού καλαμποκιού με υψηλή περιεκτικότητα σε φρουκτόζη 8g 100 ml<sup>-1</sup> (HFG; 72g CHO), ένα διάλυμα γλυκόζης 6g 100 ml<sup>-1</sup> (GLU; 54g CHO), ένα μείγμα 6g. 100 ml<sup>-1</sup> σακχαρόζης / γλυκόζης (SUG; 54g CHO) ή ένα μείγμα μπανάνας με νερό ίση με 900ml (BAN; περίπου 54g CHO). Κατά την έκτη φορά που έγινε επανάληψη της δοκιμασίας χρησιμοποιήθηκαν 675ml διαλύματος HFCS 8g. 100 ml<sup>-1</sup> (LFG, 54g CHO). Οι συμμετέχοντες έδιναν δείγματα αίματος σε διάφορες στιγμές (πριν από την κατάποση και κάθε 15 λεπτά κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης και στα 15 και 30 λεπτά, και στο τέλος της διαδρομής των 10km), τα οποία αναλύθηκαν για ινσουλίνη γλυκόζης (BG) (IN), γλυκερόλη, γαλακτικό και μεταβολή στον όγκο του πλάσματος. Επιπλέον, καταγράφηκε ο όγκος των ούρων στη μία ώρα ανάπαυσης καθώς και η σωματική μάζα και οι αλλαγές της κατά τη διάρκεια της άσκησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη γλυκαιμική απόκριση πριν την άσκηση και στην αλλαγή BG από προ-EX σε 15 λεπτά άσκησης. Επίσης, σημειώθηκε σημαντική αύξηση του BG στα 15 λεπτά άσκησης μετά από πρόσληψη εικονικού φαρμάκου (5,22 mM) σε σύγκριση με τα άλλα ποτά (HFG = 3,32, LFG = 3,91, GLU = 3,38, BAN = 3,74 & SUG = 3,63 mM). Τα επίπεδα την ινσουλίνης πριν από την άσκηση ήταν χαμηλότερα μετά από πρόσληψη εικονικού φαρμάκου (6,54 U ml<sup>-1</sup>) έναντι των άλλων συνθηκών (HFG = 22.1, LFG = 16.2, GLU = 23.3, BAN = 18.8 & SUG = 12.8 U.ml<sup>-1</sup>). Όσον αφορά τους χρόνους απόδοσης των δέκα χιλιομέτρων δεν ήταν διαφορετικοί (WP = 41,87, HFG = 41,66, LFG = 41,79, GLU = 41,65, BAN = 41,53 και SUG = 41,75 λεπτά). Ακόμα, καταγράφηκε μεγαλύτερη απώλεια στη μάζα του σώματος μετά από πρόσληψη εικονικού φαρμάκου εξαιτίας της παραγωγής ούρων κατά τη 1 ώρα ανάπαυσης σε σύγκριση με τα άλλα διαλύματα. Η απόδοση στα 10χλμ δεν φάνηκε να επηρεάστηκε από τα χαμηλότερα επίπεδα του BG. Ενώ για τις μεταβολικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων υδατανθράκων όπως επίσης δεν φάνηκε ο διαφορετικός τύπος τους να έχει διαφορετικές επιδράσεις στην απόδοση ή να την επηρεάζει. Τέλος, φάνηκε πως η παρουσία των υδατανθράκων και / ή ηλεκτρολυτών στα διαλύματα είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη κατακράτηση υγρών κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης πριν από άσκηση 60 λεπτών. Έτσι, με βάση τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν, το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν πως εάν ένας αθλητής έπαιρνε πρωινό πριν από την κατάποση ενός ποτού υδατανθράκων-ηλεκτρολύτη πιθανόν να εμφανίζονταν διαφορές στις γλυκαιμικές αποκρίσεις. Ο Nieman et al. (2012) στη μελέτη τους θέλησαν να ελέγξουν την επίδραση που θα είχε η κατάποση μπανάνας σε σύγκριση με ένα ποτό υδατανθράκων 6% στην απόδοση ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων, στη φλεγμονή που παρουσιάζεται μετά την άσκηση, το οξειδωτικό στρες και την ανοσοποιητική λειτουργία. Για αυτό επέλεξαν εκπαιδευμένους ποδηλάτες για να πραγματοποιήσουν δύο δοκιμές ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων μετά από κατάποση μπανάνας ή υδατανθράκων (τυχαία, crossover) (0,2g / kg υδατάνθρακες κάθε 15 λεπτά. Πραγματοποιήθηκε λήψη και ανάλυση δειγμάτων

αίματος και φάνηκε πως η κατάποση μπανανών και υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων είχαν παρόμοια επίδραση στην απόδοση, στην γλυκόζη στο αίμα, στη φλεγμονή, στο οξειδωτικό στρες και στα έμφυτα επίπεδα ανοσοποίησης. Επίσης, παρόμοια αποτελέσματα εμφανίστηκαν στην παραγωγή γλουταθειόνης που ήταν αυξημένη καθώς και στη χρήση υποστρωμάτων καυσίμου. Μία διαφορά εμφανίστηκε από την κατάποση της μπανάνας, στην ντοπαμίνη που είχε υψηλότερα επίπεδα, όπως και στην αντιοξειδωτική ικανότητα που ήταν καλύτερη. Συνεπώς, από τα αποτελέσματα αποδεικνύεται ότι η οξεία πρόσληψη μπανάνας ή υδατανθράκων παρέχει παρόμοια βοήθεια και υποστήριξη στην απόδοση ποδηλασίας 75km και στις υποκείμενες μεταβολικές διεργασίες όταν υπάρξει εξισορρόπηση με το ρυθμό παροχής υδατανθράκων. Όσον αφορά τη φλεγμονή, το οξειδωτικό στρες και τις αλλαγές στην έμφυτη ανοσολογική λειτουργία, και εδώ τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια μεταξύ των δοκιμών με εξαίρεση κάποιους βιοδείκτες.

Ο Nieman et al. (2015) πραγματοποίησαν μια μελέτη με στόχο να εξετάσουν και να συγκρίνουν την επίδραση της μπανάνας και του αχλαδιού στην απόδοση ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ενήλικες ενεργοί ποδηλάτες που μπορούσαν να κάνουν ποδήλατο 75 χιλιομέτρων έχοντας ρυθμό αγώνα. Στη διάρκεια των έξι εβδομάδων της μελέτης, κατά τη συλλογή δεδομένων οι συμμετέχοντες εκτελούσαν το τυπικό πρόγραμμα εκπαίδευσης-προπόνησης ( $216 \pm 21,4\text{km}$  ανά εβδομάδα) και διέκοψαν τυχόν χρήση συμπληρωμάτων βιταμινών, ανόργανων συστατικών, βοτάνων και φαρμάκων. Με μια τυχαιοποιημένη κατανομή (1:1 με μια σειρά τυχαίων αριθμών) οι συμμετέχοντες έλαβαν μέρος σε τρεις δοκιμές χρόνου ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων. Στη διάρκεια της κάθε δοκιμασίας κατανάλωναν μόνο νερό ή μπανάνες και νερό ή αχλάδια και νερό, για 2 εβδομάδες το καθένα. Τρεις ημέρες πριν από κάθε δοκιμή, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να μειώσουν τον όγκο της άσκησης που πραγματοποιούσαν και να ακολουθούν μια δίαιτα μέτρια σε υδατάνθρακες. Επίσης, τους ζήτησαν να σημειώνουν τις τροφές και τα ποτά που κατανάλωναν αυτές τις τρεις ημέρες, ώστε να αναλυθεί η ποσότητα πρόσληψης μακρο- και μικροθρεπτικών συστατικών τα οποία αξιολογήθηκαν από το σύστημα λογισμικού διατροφικής ανάλυσης Food Processor (ESHA Research, Salem, OR). Για τις τρεις φορές που πραγματοποιήθηκε δοκιμή ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων, οι συμμετέχοντες παρουσιάζονταν στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Απόδοσης στις 6:45 π.μ. όπου και έδιναν αίμα πριν ξεκινήσουν. Με βάση το τυχαιοποιημένο πρόγραμμα που ακολουθήθηκε, οι συμμετέχοντες κατανάλωναν μόνο 5mL / kg νερό ή 0,4g / kg υδατάνθρακες από ώριμες μπανάνες Cavendish ή αχλάδια bosc. Επίσης, κατανάλωναν 3mL / kg νερό κάθε 15 λεπτά και 0,15g / kg υδατάνθρακες μπανάνας ή αχλαδιού (ανάλογα που είχαν τυχαιοποιηθεί) κάθε 15 λεπτά, ενώ απαγορευόταν η κατανάλωση άλλων ποτών ή τροφίμων κατά τη διάρκεια των δοκιμών και 1,5 ώρα μετά. Από τα αποτελέσματα των δοκιμών διαπιστώθηκε ότι η πρόσληψη μπανάνας και αχλαδιού έχει την ικανότητα να επιφέρει βελτίωση στην απόδοση ποδηλασίας 75km, να μειώσει τη χρήση και την οξείδωση των λιπαρών οξέων, να βελτιώσει και να ενισχύσει την αντιοξειδωτική ικανότητα.

Ο Nieman et al. (2018) χρησιμοποιώντας μια τυχαιοποιημένη, διασταυρούμενη, αντισταθμισμένη προσέγγιση συνέκριναν την επίδραση στη απόδοση ποδηλατών, της

κατάποσης δύο τύπων μπανανών με παρόμοιο ποσό υδατανθράκων αλλά διαφορετικό φαινολικό περιεχόμενο (Cavendish, και μίνι-κίτρινη μπανάνα), με ένα ποτό ζάχαρης 6% και με κατάποση μόνο νερού σε τέσσερις δοκιμές ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων μετά από κατάσταση νυκτερινής νηστείας. Όσον αφορά τη μεθοδολογία ορίστηκε πρόσληψη υδατανθράκων σε 0,2g / kg κάθε 15 λεπτά. Τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες συμμετέχοντες είχαν ίδιο όγκο προπόνησης, παρόμοια σύνθεση σώματος και  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Γινόταν τριήμερη καταγραφή και κρατούσαν αρχεία με τις τροφές που καταναλώθηκαν πριν από κάθε μία από τις τέσσερις δοκιμές χρόνου ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων οι οποίες δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές των συμμετεχόντων στην ενέργεια, στους υδατάνθρακες, στην πρόσληψη μικροθρεπτικών συστατικών ή φλαβονοειδών. Επίσης, πραγματοποιήθηκε συλλογή δειγμάτων αίματος των συμμετεχόντων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Στη διάρκεια της έρευνας 10 εβδομάδων για το χρονικό διάστημα που γινόταν συλλογή δεδομένων, δόθηκε οδηγία στους συμμετέχοντες να κρατήσουν σταθερό το τυπικό πρόγραμμα εκπαίδευσης και να διακόψουν τυχόν λήψη συμπληρωμάτων βιταμινών, μετάλλων, βοτάνων και φαρμάκων. Τρεις ημέρες πριν από κάθε δοκιμή ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να μειώσουν τον όγκο της άσκησης που πραγματοποιούσαν και να ακολουθούν μια δίαιτα μέτρια σε υδατάνθρακες. Επίσης, τους δόθηκαν οδηγίες ώστε να καταγράφουν το φαγητό αμέσως μετά το γεύμα τους, σημειώνοντας ακόμα και τον όγκο του φαγητού, να καταγράφουν λεπτομέρειες σχετικά με το τρόπο παρασκευής καθώς και να σημειώνουν καρυκεύματα, ζάχαρη, έλαια, βούτυρο και άλλα ορατά λίπη. Στη συνέχεια ακολούθησε ανάλυση των τριήμερων αρχείων καταγραφής τροφίμων για να ελεγχθεί η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και φλαβονοειδή χρησιμοποιώντας το Food Processor v. 11.1 (ESHA Research, Salem, OR). Για κάθε δοκιμή ποδηλασίας 75 χιλιομέτρων που πραγματοποιήθηκε, οι συμμετέχοντες πήγαιναν στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Απόδοσης στις 6:45π.μ. και έδιναν αίμα πριν από την έναρξη της άσκησης, ενώ βρίσκονταν σε κατάσταση νυκτερινής νηστείας δηλαδή δεν είχαν φάει ή πει οτιδήποτε εκτός από νερό για τουλάχιστον 9 ώρες. Στη συνέχεια, σύμφωνα με το τυχαποιημένο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε, οι συμμετέχοντες κατανάλωναν είτε μόνο 5ml / kg νερό ή νερό με 0,4g / kg υδατάνθρακες από μπανάνες Cavendish ή μίνι-κίτρινες μπανάνες ή ποτό ζάχαρης 6%. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή την έρευνα υποστηρίζουν ότι πρόσληψη υδατανθράκων βοηθάει στη μείωση της μεταβολικής διαταραχής και της φλεγμονής και μάλιστα αναφέρεται πως η πρόσληψη υδατανθράκων μέσα από κατάποση μπανανών ή ενός ροφήματος με ζάχαρη λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο τόσο στη μείωση του μεταβολισμού όσο και της φλεγμονής μετά από ποδηλασία 75 χιλιομέτρων.

#### **4.2.2. Αυγό και πρωτεΐνες**

Ο Moore et al. (2009) θέλησαν να ελέγξουν αν η πρόσληψη διατροφικής πρωτεΐνης βελτιώνει και ενισχύει την αναβολική επίδραση της άσκησης αντίστασης. Για αυτό προσπάθησαν να προσδιορίσουν την επίδραση της απορροφημένης πρωτεϊνικής δόσης μυών και πρωτεϊνικής σύνθεσης αλβουμίνης μετά από πρόγραμμα άσκησης

αντίστασης. Επίσης, για μεγαλύτερη σιγουριά μέτρησαν τη φωσφορυλίωση των υποψήφιων πρωτεϊνών για να ελέγξουν αν και πως επηρεάζουν και ρυθμίζουν τις οξειδωτικές αλλαγές στο MPS. Για τις ανάγκες της μελέτης χρησιμοποίησαν υγιείς νεαρούς άνδρες, οι οποίοι κλήθηκαν να προσέλθουν στο εργαστήριο για πέντε διαφορετικές περιπτώσεις, ώστε να πραγματοποιήσουν μια έντονη άσκηση αντίστασης για τα πόδια. Αφού ολοκλήρωναν το κομμάτι της άσκησης, οι συμμετέχοντες καταλάωναν με τυχαία σειρά, ποτά που περιείχαν 0, 5, 10, 20 ή 40g πρωτεΐνης ολόκληρου αυγού. Έπειτα από τέσσερις ώρες, ακολούθησε μέτρηση της σύνθεσης πρωτεϊνών και της οξειδωτικής λευκίνης σε ολόκληρο το σώμα με σταθερή έγχυση [1-(13) C] λευκίνης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης ανταποκρίθηκε στην πρόσληψη διαιτητικής πρωτεΐνης και διεγέρθηκε στο μέγιστο με την κατάποση 20g πρωτεΐνης. Η αλβουμίνη αυξήθηκε και έφτασε επίσης σε ένα καλό επίπεδο με 20g πρωτεΐνης και η οξειδωτική λευκίνη αυξήθηκε σημαντικά μετά την κατάποση 20 και 40g πρωτεΐνης. Συμπερασματικά, η πρόσληψη 20g άθικτης πρωτεΐνης είναι αρκετή για να προκαλέσει τη μέγιστη διέγερση της μυϊκής σύνθεσης και της σύνθεσης αλβουμίνης μετά από άσκηση αντίστασης. Όμως, καθώς η φωσφορυλίωση των πρωτεϊνών δεν αυξήθηκε με καμία δόση πρωτεΐνης που χρησιμοποιήθηκε, υπάρχει η άποψη ότι η διέγερση της μυϊκής σύνθεσης πρωτεΐνης μετά την άσκηση αντίστασης μπορεί να οφείλεται στη διαθεσιμότητα αμινοξέων.

Η Hida et al. (2012) πραγματοποίησαν μια μελέτη 8 εβδομάδων με σκοπό να ελέγξουν τις επιδράσεις της πρωτεΐνης που υπάρχει στο ασπράδι αυγού συγκριτικά με την πρόσληψη υδατανθράκων, πριν από την άσκηση, στην άλιπη μάζα σώματος, στη μία μέγιστη επανάληψη, στη μυϊκή ισχύ και στη βιοχημεία αίματος σε υγιείς γυναίκες αθλήτριες. Οι συμμετέχουσες αντιστοιχίστηκαν με την ηλικία, τον τύπο του αθλητισμού, το ποσοστό σωματικού λίπους και τη δύναμη των μυών των ποδιών (σύμφωνα με τη μία μέγιστη επανάληψη). Στη συνέχεια, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες: ομάδα πρωτεϊνών (15,0g πρωτεΐνης ασπράδι αυγού, 75kcal) και ομάδα υδατανθράκων (17,5g μαλτοδεξτρίνης, 78kcal) και ταυτόχρονα λάμβαναν και οι δύο τα συμπληρώματα καθημερινά, σύμφωνα με ένα διπλά-τυφλά ελεγχόμενο σχεδιασμό, πριν ξεκινήσουν την προπόνηση. Στο σημείο αυτό, να αναφερθεί ότι με την έναρξη της μελέτης έγινε συντονισμός του εμμηνορροϊκού κύκλου κάθε συμμετέχουσας με τις δοκιμές και ότι η μέση διατροφική πρόσληψη ενέργειας δεν άλλαξε. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, καταγράφηκαν οι ημερήσιες ενεργειακές δαπάνες, η πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και έγινε λήψη δειγμάτων αίματος. Η ίδια διαδικασία ακολούθησε και στο τέλος της έρευνας, όπου είχαν ολοκληρωθεί οι 8 εβδομάδες πρόσληψης των συμπληρωμάτων για σύγκριση των αποτελεσμάτων. Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές αντοχής και αξιολογήσεις άλιπης μάζας σώματος και 1 μέγιστης επανάληψης (δηλ, έκταση ποδιού, squat και πάγκο), τα οποία αυξήθηκαν και στις δύο ομάδες. Στα αποτελέσματα φάνηκε πως η καθημερινή συμπλήρωση υδατανθράκων ή πρωτεΐνης επέφερε την αύξηση της μυϊκής δύναμης, τη μείωση της άλιπης μάζας και τη βελτίωση της μέγιστης επανάληψης. Το μόνο ξεχωριστό αποτέλεσμα του συμπληρώματος πρωτεΐνης ήταν οι αυξήσεις της ουρίας και της συγκέντρωσης κιτρουλίνης στον ορό μετά από 8 εβδομάδες λήψης συμπληρωμάτων.

Επίσης, το συμπλήρωμα πρωτεΐνης συσχετίστηκε με κάποιες αλλαγές στους μεταβολίτες των πρωτεϊνών. Τα ευρήματα αυτά έδειξαν ότι μια μικρή αύξηση της ενεργειακής πρόσληψης και της προπόνησης σχετίζεται με αυξημένα επίπεδα άλιπης μάζας σώματος και μυϊκής δύναμης και ότι με καθημερινή συμπλήρωση πρωτεΐνης έως 1,2g / kg ΣΒ αυξάνονται οι μεταβολικές πρωτεΐνες.

#### **4.2.3. Βατόμουρα-Βακκίνια και πολυφαινόλες**

Ο Nieman et al. (2013) πραγματοποίησαν μελέτη στην οποία χρησιμοποίησαν το συμπλήρωμα πολυφαινόλης ως παράγοντα μείωσης της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες που προήλθαν μετά από εντατική προπόνηση τριών ημερών. Για τους σκοπούς της μελέτης χρησιμοποίησαν υδατοδιαλυτές πολυφαινόλες από εκχυλίσματα βακκινίων και πράσινου τσαγιού σε σύμπλοκο πρωτεΐνης σόγιας πολυφαινόλης (PSPC). Το δείγμα ήταν ενήλικες δρομείς μεγάλων αποστάσεων που συμμετείχαν τακτικά σε αγώνες δρόμου. Οι δρομείς (N=35) που ολοκλήρωσαν επιτυχώς τον προσανατολισμό και τη δοκιμή βασικής γραμμής τυχαιοποιήθηκαν με τη μέθοδο double-blinded και παράλληλη σχεδίαση ομάδας, σε 40g / d PSPC (2.136mg / d ισοδύναμο γαλλικού οξέος) ή εικονικό φάρμακο για 17 μέρες, με 3 ημέρες περίοδο λειτουργίας που ξεκινούσε την 14η μέρα (2,5 ώρες / ημέρα, 70%  $\dot{V}O_{2max}$ ). Τα δείγματα αίματος που συλλέχθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας πλατφόρμα μεταβολής με GC-MS και LC-MS. Στα αποτελέσματα, φάνηκε πως ο μεταβολισμός των πολυφαινολών αυξήθηκε με PSPC και διατηρήθηκε για 14 ώρες μετά την άσκηση. Επίσης, η οξείδωση λιπαρού οξέος και η κετογένεση προκλήθηκαν με άσκηση και στις δύο ομάδες, με περισσότερες κετόνες να κάνουν εμφάνιση στις 14 ώρες μετά την άσκηση σε PSPC. Η περίοδος εντατικής άσκησης 3 ημερών προκάλεσε σημαντική αύξηση στο φυσιολογικό στρες, τη φλεγμονή και το οξειδωτικό στρες. Όσον αφορά τους καθιερωμένους βιοδείκτες της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες δεν σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, ενώ φάνηκε πως η πρόσληψη του συμπληρώματος πλούσιο σε πολυφαινόλες για 17 ημέρες δεν επηρέασε τους καθιερωμένους βιοδείκτες και δεν συσχετίστηκε με ορατές αντιδράσεις κατά τη διάρκεια της ανάκαμψης από τις 3 μέρες άσκησης κατά τη χρήση τους. Ωστόσο, το πλούσιο σε πολυφαινόλες συμπλήρωμα συνδέθηκε με μια βελτιωμένη φαινολική υπογραφή και κετογένεση η οποία προήλθε από το έντερο (από την άσκηση και την αύξηση της οξείδωσης του λίπους και της κετογένεσης) κατά τη διάρκεια της ανάρρωσης μετά από 3 μέρες εκτέλεσης βαριάς άσκησης.

Ο Park et al. (2018) στη μελέτη τους θέλησαν να ελέγξουν και να προσδιορίσουν την επίδραση των συμπληρωμάτων βατόμουρου στο χρόνο απόδοσης της άσκησης, τους δείκτες φλεγμονής, τα υποστρώματα ενέργειας και τα επίπεδα ινσουλίνης σε δύο διαφορετικές καταστάσεις-περιόδους: περίοδος χωρίς πρόσληψη συμπληρωμάτων και περίοδος πρόσληψης συμπληρωμάτων. Σύμφωνα με την μεθοδολογία το δείγμα ήταν νέοι ενεργοί συμμετέχοντες από το Τμήμα Φυσικής Αγωγής. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τις δοκιμές δύο ξεχωριστές φορές όπου κατά τη διάρκεια της μίας δεν λάμβαναν συμπληρώματα και κατά τη διάρκεια της άλλης λάμβαναν. Πραγματοποιήθηκε μέτρηση και καταγραφή χρόνου απόδοσης  $\dot{V}O_{2max}$  και άσκησης,

με πρόσληψη ή χωρίς συμπληρωμάτων βακκινίων, με φορητό αναλυτή αερίου και ΗΚΓ αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η  $\dot{V}O_{2max}$  και ο χρόνος απόδοσης άσκησης παρουσίασαν αύξηση κατά την διάρκεια που οι συμμετέχοντες λάμβαναν συμπληρώματα βακκινίων. Επίσης, σημειώθηκε σημαντική μείωση των επιπέδων IL-6 και CRP κατά την περίοδο συμπληρώματος βακκινίων μετά την άσκηση. Έτσι, το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν πως το συμπλήρωμα βακκινίων έχει την ικανότητα να αυξήσει την απόδοση της άσκησης και να μειώσει τα επίπεδα IL-6 και CRP.

#### **4.2.4. Ρόδι και πολυφαινόλες**

Ο Ammar et al. (2017) πραγματοποίησαν μελέτη με σκοπό να εξετάσουν αν το συμπλήρωμα χυμού ροδιού θα αμβλύνει τις οξείες και καθυστερημένες αντιδράσεις οξειδωτικού στρες μετά από μια προπόνηση άρσης βαρών. Στη μελέτη συμμετείχαν νέοι ελίτ αρσενικοί αθλητές, οι οποίοι πραγματοποίησαν δύο συνεδρίες Ολυμπιακής άρσης βαρών μετά από κατάποση είτε συμπληρωμάτων εικονικού φαρμάκου είτε συμπληρώματος χυμού ροδιού. Λήφθηκαν δείγματα αίματος στη φάση ηρεμίας, 3 λεπτά και 48 ώρες μετά από κάθε συνεδρία. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το συμπλήρωμα χυμού ροδιού μείωσε την αύξηση της μηλονδιαλδεϋδης ( $-12,5\%$ ,  $p < 0,01$ ) και αύξησε τις ενζυματικές (+  $8,6\%$  για την καταλάση και +  $6,8\%$  για την υπεροξειδάση της γλουταθειόνης,  $p < 0,05$ ) και μη ενζυματικές (+  $12,6\%$  για το ουρικό οξύ και +  $5,7\%$  για τη συνολική χολερυθρίνη,  $p < 0,01$ ) αντιοξειδωτικές αποκρίσεις τρία λεπτά μετά την ολοκλήρωση της προπόνησης σε αντίθεση με το εικονικό φάρμακο. Επιπλέον, κατά τη φάση αποκατάστασης (48 ωρών), το συμπλήρωμα χυμού ροδιού επιτάχυνε την κινητική ανάκτηση της μηλονδιαλδεϋδης ( $5,6\%$ ) και την ενζυματική αντιοξειδωτική άμυνα (9 έως  $10\%$ ). Το συμπέρασμα λοιπόν που προέκυψε, ήταν πως η συμπλήρωση χυμού ροδιού μπορεί να μετριάσει το οξειδωτικό στρες και να βελτιώσει τις αντιοξειδωτικές αντιδράσεις έως και 48 ώρες μετά από εντατική προπόνηση άρσης βαρών. Συνεπώς, αυτό μπορεί να βοηθήσει να μειωθούν οι αμβλίες οξειδωτικές αντιδράσεις στρες μετά από εντατικές συνεδρίες άρσης βαρών και έτσι να γίνεται καλύτερη και ταχύτερη ανάρρωση μεταξύ των προπονήσεων.

Η Roelofs et al. (2017) θέλησαν να εξετάσουν τις επιδράσεις της συμπλήρωσης εκχυλίσματος ροδιού (PE) στις επιδόσεις άσκησης υψηλής έντασης, στη ροή του αίματος, στη διάμετρο των αγγείων, στον κορεσμό οξυγόνου (SPO 2), στον καρδιακό ρυθμό (HR) και στην αρτηριακή πίεση (BP). Επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν άτομα που ήταν ενεργά και έκαναν τουλάχιστον τρεις ώρες την εβδομάδα προπόνηση αντίστασης για τουλάχιστον τρεις μήνες. Έπειτα, με έναν τυχαίοποιημένο σχεδιασμό crossover, οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε μία από τις δύο ομάδες συμπλήρωσης: εκχυλίσματος ροδιού (PE 1000mg) ή εικονικό φάρμακο (PL), τα οποία λαμβάνονταν τριάντα λεπτά πριν από την εκτέλεση των δοκιμών επαναλαμβανόμενης ικανότητας σπριντ (RSA) και των επαναλήψεων για έλεγχο της κόπωσης (RTF) σε πάγκο και πρέσα ποδιών. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες για τις ημέρες των μετρήσεων να αποφύγουν την άσκηση 24 ώρες πριν, την καφεΐνη, το στοματικό διάλυμα και το φαγητό για 3 ώρες πριν από όλες τις δοκιμές άσκησης. Ενώ

καταγράφονταν και αρχεία με την πρόσληψη τροφής τριών ημερών πριν την κάθε δοκιμή. Ο έλεγχος της ικανότητας επαναλαμβανόμενου σπριντ γινόταν με δέκα σπριντ των έξι δευτερολέπτων σε ένα εργονομόμετρο κύκλου. Για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων μετρήθηκαν η ροή αίματος, η διάμετρος αγγείων, ο κορεσμός οξυγόνου, η καρδιακή συχνότητα και η αρτηριακή πίεση κατά την έναρξη της δοκιμής, 30 λεπτά μετά την κατάποση, αμέσως μετά την άσκηση (IPost) και 30 λεπτά μετά την άσκηση, και στη συνέχεια συγκρίθηκαν μεταξύ τους τα δεδομένα. Τα τελικά αποτελέσματα έδειξαν πως ο χυμός ροδιού βελτίωσε σημαντικά την ικανότητα σπριντ αμέσως μετά την άσκηση και αύξησε την ικανότητα πραγματοποίησης επαναλήψεων κόπωσης αμέσως και τριάντα λεπτά μετά την άσκηση. Όσον αφορά τη διάμετρο των αγγείων σημείωσε σημαντική αύξηση τριάντα λεπτά μετά από τα επαναλαμβανόμενα σπριντ, κάτι που επέφερε αλληλεπίδραση με τις επαναλήψεις κόπωσης αμέσως και 30 λεπτά μετά την άσκηση. Επίσης, ο χυμός ροδιού προκάλεσε σημαντική αύξηση στη μέση και στη μέγιστη ισχύ στο πέμπτο σπριντ, αλλά όσον αφορά τις επαναλήψεις στον πάγκο και την πρέσα ποδιών οι διαφορές ήταν μικρές μεταξύ των ομάδων χυμού ροδιού και του εικονικού φαρμάκου. Συμπερασματικά, η οξεία συμπλήρωση εκχυλίσματος ροδιού βελτίωσε τη διάμετρο των αγγείων και τη ροή του αίματος, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της απόδοσης της άσκησης λόγω της αυξημένης παροχής υποστρωμάτων και οξυγόνου.

#### **4.2.5. Τζίντζερ**

Ο Hoseinzadeh et al. (2015) πραγματοποίησαν μια μελέτη θέλοντας να ελέγξουν την επίδραση του εκχυλίσματος τζίντζερ στην εμφάνιση καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Επέλεξαν να πραγματοποιήσουν μια πειραματική μελέτη με υγιή θηλυκό πληθυσμό που χωρίστηκε τυχαία με διπλό τυφλό έλεγχο σε 3 ομάδες: πρόσληψη τζίντζερ 1 ώρα πριν την άσκηση, πρόσληψη τζίντζερ αμέσως μετά την άσκηση και ομάδα εικονικού φαρμάκου. Οι συμμετέχουσες κατανάλωναν το τζίντζερ με τη μορφή κάψουλας που περιείχε 60mg εκχυλίσματος τζίντζερ (που αντιστοιχεί σε 2g ακατέργαστου) ή το εικονικό φάρμακο πριν και μετά την άσκηση. Το πρόγραμμα άσκησης που επιλέχθηκε αποτελούταν από μια δοκιμή βημάτων 20 λεπτών, με ρυθμό 15 βημάτων / λεπτό. Πραγματοποιήθηκε λήψη αίματος πριν την έναρξη της άσκησης, 1, 24 και 48 ώρες μετά την άσκηση με σκοπό να καταγραφούν τα επίπεδα κρεατινικής κινάσης (CK) και ιντερλευκίνης-6 (IL-6), ενώ τις ίδιες ώρες σημειώνονταν και οι βαθμολογίες μυϊκού πόνου, ισομετρικής ισχύς, περιφέρειας του μύος του μηρού και το εύρος κίνησης του ισχίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση του πόνου για την ομάδα που κατανάλωσε το εκχύλισμα τζίντζερ πριν από την άσκηση, μετά από 24 και 48 ώρες. Επίσης, καταγράφηκε μείωση του πόνου και στην ομάδα κατανάλωσης τζίντζερ μετά την άσκηση σε αντίθεση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου. Η ιντερλευκίνη-6 παρουσίασε σημαντική αλλαγή στην ομάδα πρόσληψης τζίντζερ πριν από την άσκηση σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου μετά από 1, 24 και 48 ώρες. Για τους υπόλοιπους παράγοντες δεν σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές. Έτσι, το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν πως 2 γραμμάρια τζίντζερ μπορεί να έχουν αντιφλεγμονώδη και αναλγητική επίδραση στον καθυστερημένο μυϊκό κάματο.

Ο Nakhostin-Roohi et al. (2016) θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση της συμπλήρωσης 150mg κουρκουμίνης αμέσως μετά από εντατική έκκεντρη άσκηση. Χρησιμοποίησαν υγιείς νεαρούς άνδρες όπου τους χώρισαν σε δύο ομάδες: ομάδα πρόσληψης κουρκουμίνης και ομάδα εικονικού φαρμάκου. Πραγματοποιήθηκε πρόγραμμα έκκεντρης άσκησης και έγινε λήψη δειγμάτων αίματος πριν και μετά την άσκηση, τα οποία έδειξαν μειωμένα επίπεδα βιοδεικτών φλεγμονής στον ορό κρεατινική κινάση, αλανίνη, αμινοτρανσφεράση και ασπαρτική αμινοτρανσφεράση στην πειραματική ομάδα σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου.

Ο Mashhadi et al. (2013) διεξήγαγαν μια μελέτη (διάρκειας 6 εβδομάδων) με σκοπό να ελέγξουν τις επιδράσεις του διαιτητικού τζίντζερ και της κανέλας στο οξειδωτικό στρες, στην απόδοση της άσκησης και στη σύνθεση του σώματος σε γυναίκες που κάνουν taekwondo. Το δείγμα που χρησιμοποίησαν ήταν υγιείς νεαρές εκπαιδευμένες γυναίκες, που χωρίστηκαν τυχαία με διπλό τυφλό έλεγχο σε τρεις ομάδες (κανέλα, τζίντζερ ή εικονικό φάρμακο) και καθημερινά κατανάλωναν τρία γραμμάρια τζίντζερ, κανέλας ή εικονικού φαρμάκου (ανάλογα την ομάδα τους) με τη μορφή σκόνης, ενώ τους δόθηκε και η οδηγία να ακολουθήσουν την κανονική διαίτα και να καταγράψουν τη διατροφή τους για μία ημέρα πριν από τη λήψη αίματος. Οι παράγοντες που τέθηκαν προς εξέταση ήταν το επίπεδο της ανθρώπινης μηλονδιαλδεΐδης (MDA), η απόδοση της άσκησης και η σύνθεση του σώματος και οι τιμές τους καταγράφηκαν στην αρχή και στο τέλος της μελέτης για να συγκριθούν μεταξύ των ομάδων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σημειώθηκε μια μικρή μείωση της μηλονδιαλδεΐδης στην ομάδα κανέλας και τζίντζερ σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου και σημαντική αύξηση της απόδοσης άσκησης στην ομάδα τζίντζερ ( $P < 0,01$ ). Επίσης, σημειώθηκε σημαντική αύξηση της πτυχής του δέρματος στην ομάδα κανέλας ( $P < 0,01$ ) ενώ καταγράφηκε και σημαντική αύξηση στο ΔΜΣ για την ομάδα τζίντζερ ( $P < 0,1$ ) και την ομάδα κανέλας ( $P < 0,05$ ). Όσον αφορά τη μηλονδιαλδεΐδη, την απόδοση της άσκησης και το δείκτη μάζας σώματος δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές μεταξύ των ομάδων με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, σημειώθηκαν κάποιες συγκεκριμένες αλλαγές στο δέρμα και τη σύνθεση του σώματος μεταξύ της ομάδας κανέλας και του εικονικού φαρμάκου ( $P < 0,05$ ) και των ομάδων κανέλας και τζίντζερ ( $P < 0,05$ ). Το συμπέρασμα που προέκυψε λοιπόν, ήταν πως η χορήγηση τζίντζερ και κανέλας δεν προκάλεσαν κάποια σημαντική αλλαγή στο επίπεδο μηλονδιαλδεΐδης, τη σύνθεση του σώματος και την απόδοση της άσκησης σε σύγκριση με τη χορήγηση εικονικού φαρμάκου.

#### **4.2.6. Σπιρουλίνα**

Ο Hernandez-Lepe et al. (2018) πραγματοποίησαν μελέτη με σκοπό να εξετάσουν τις επιδράσεις του μέγιστου συμπληρώματος *Arthrospira Spirulina* (έξι εβδομάδες, 4,5g • ημέρα -1) σε συνδυασμό με ένα συστηματικό πρόγραμμα σωματικής άσκησης (έξι εβδομάδες, δύο φορές την εβδομάδα) στη σύνθεση του σώματος και στην καρδιακή λειτουργία υπέρβαρων και παχύσαρκων ατόμων. Ήταν η πρώτη μελέτη η οποία έλεγξε τις επιδράσεις του συμπληρώματος σπιρουλίνας στη σύνθεση του σώματος σύμφωνα με μια διπλά τυφλά, τυχαιοποιημένη, crossover μέθοδο. Στη μελέτη

συμμετείχαν υπέρβαροι και παχύσαρκοι ενήλικες άνδρες που έκαναν καθιστική ζωή [με ημερήσια δαπάνη ενέργειας <4 μεταβολικά ισοδύναμα (MET)] και χωρίστηκαν σε δύο από τους τέσσερις συνδυασμούς δύο παρεμβάσεων (S. maxima συμπλήρωση και συστηματικό πρόγραμμα σωματικής άσκησης), χρησιμοποιώντας ένα τυχαιοποιημένο διπλό-τυφλό crossover σχέδιο. Αυτοί οι συνδυασμοί περιελάμβαναν ένα πρόγραμμα σωματικής άσκησης με πρόσληψη S. maxima (SE) ή placebo και ένα πρόγραμμα χωρίς άσκηση με πρόσληψη (Ex) S. maxima (Sm) ή placebo (C). Στη συνέχεια, οι παράμετροι της σύνθεσης του σώματος και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας τέθηκαν υπό εξέταση και αξιολόγηση κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής μέγιστης έντασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως όσον αφορά τη σύνθεση του σώματος σε σύγκριση με την ομάδα C, το ποσοστό σωματικού λίπους των ομάδων SE, Sm και Ex μειώθηκε ( $p < 0,05$ ). Επίσης, για την καρδιακή ικανότητα φάνηκε πως η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου βελτιώθηκε ( $r = 0,40$ ) ενώ καταγράφηκαν ποιο σημαντικές ωφέλειες για τους παχύσαρκους. Ακόμα, η απώλεια βάρους, ο χρόνος επίτευξης της κόπωσης και η έναρξη της συσσώρευσης γαλακτικού στο αίμα παρουσίασαν βελτίωση και στις δύο ομάδες που είχαν λάβει συμπλήρωμα *Spirulina maxima*. Το συμπέρασμα λοιπόν που προκύπτει, είναι πως το συμπλήρωμα σπιρουλίνας μαζί με ένα πρόγραμμα συστηματικής άσκησης βελτιώνει τη σύνθεση του σώματος και τις παραμέτρους της καρδιακής ικανότητας σε υπέρβαρους και παχύσαρκους, με ιδιαίτερη έμφαση να δίνεται στους τελευταίους.

Η Kalafati et al. (2010) στη μελέτη τους θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση της συμπλήρωσης σπιρουλίνας στην απόδοση της άσκησης, στον μεταβολισμό του υποστρώματος και στη κατάσταση οξειδοαναγωγής αίματος τόσο σε ηρεμία όσο και μετά την άσκηση. Ο σχεδιασμός της μελέτης αφορούσε μια διπλή-τυφλή, ελεγχόμενη αντισταθμισμένη crossover μελέτη με χρήση εικονικού φαρμάκου. Το δείγμα ήταν άντρες μέτρια εκπαιδευμένοι που ο καθένας έλαβε σπιρουλίνα [6gxd (-1)] ή εικονικό φάρμακο για τις 4 εβδομάδες της μελέτης. Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν μια δοκιμή σε διάδρομο, με ένταση που αντιστοιχεί στο 70% -75% του  $VO_{2max}$  για 2 ώρες και στη συνέχεια στο 95%  $VO_{2max}$  μέχρι την εξάντληση. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την αξιολόγηση της απόδοσης της άσκησης και του αναπνευστικού πηλίκου κατά τη διάρκεια της άσκησης και αφού είχαν λάβει την συμπλήρωση εικονικού φαρμάκου και σπιρουλίνας. Επίσης, πραγματοποιούνταν λήψη δειγμάτων αίματος πριν την έναρξη της άσκησης, αμέσως μετά και ύστερα από 1, 24 και 48 ώρες αφού είχε τελειώσει η άσκηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως ο χρόνος που μεσολαβούσε έως την κόπωση μετά το δίωρο τρέξιμο ήταν σημαντικά μεγαλύτερος μετά από την κατάποση της σπιρουλίνας (2,05 +/- 0,68 έναντι του placebo 2,70 +/- 0,79 λεπτά). Επίσης, η κατάποση της σπιρουλίνας προκάλεσε σημαντική μείωση στο ρυθμό οξείδωσης υδατανθράκων κατά 10,3% και στον αυξημένο ρυθμό οξείδωσης λίπους κατά 10,9% κατά τη πραγματοποίηση του τρεξίματος 2 ωρών σε σύγκριση με τη κατάποση εικονικού φαρμάκου. Όσον αφορά τα επίπεδα μειωμένης γλουταθειόνης GSH παρουσίασαν αύξηση μετά από τη κατάποση της σπιρουλίνας, κάτι που δεν συνέβη με την κατάποση του εικονικού φαρμάκου σε κατάσταση ηρεμίας και 24 ώρες μετά την άσκηση. Τα επίπεδα αντιδραστικών με θειοβαρβιτουρικό οξύ ουσιών TBARS αυξηθήκαν μετά από την

άσκηση μόνο με την πρόσληψη εικονικού φαρμάκου, αλλά τα επίπεδα πρωτεϊνικών καρβονυλίων καταλάσης και ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας TAC αυξήθηκαν και για τις δύο ομάδες αμέσως και 1 ώρα μετά το τέλος της άσκησης. Το συμπέρασμα λοιπόν που προέκυψε, ήταν πως η κατάποση συμπληρώματος σπιρουλίνας οδήγησε σε σημαντική αύξηση της απόδοσης της άσκησης, της οξείδωσης του λίπους και της συγκέντρωσης GSH ενώ ταυτόχρονα προκάλεσε εξασθένηση στην αύξηση της υπεροξειδωσης των λιπιδίων που είναι αποτέλεσμα της άσκησης.

#### **4.2.7. Πατάτα και υδατάνθρακες**

Ο Salvador et al. (2019) πραγματοποίησαν την ακόλουθη μελέτη με σκοπό να εξετάσουν τα αποτελέσματα της επίδρασης της κατάποσης του πουρέ πατάτας σε σύγκριση με τα εμπορικά τζελ υδατανθράκων ή με την κατάποση μόνο νερού στην απόδοση κατά τη διάρκεια παρατεταμένης ποδηλασίας. Οι συμμετέχοντες ήταν ενήλικες εκπαιδευμένοι ποδηλάτες με μέση μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου ( $\dot{V}O_{2peak}$ )  $60,7 \pm 9,0 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}$  και κατά μέσο όρο έκαναν ποδηλασία  $267 \text{ km} / \text{wk}$  (εύρος  $120\text{--}480 \text{ km} / \text{wk}$ ). Στο πρόγραμμα που επιλέχθηκε η πρώτη δοκιμασία αφορούσε την εκτέλεση ποδηλασίας δύο ωρών (στο  $60\text{--}85\% \dot{V}O_{2peak}$ ), ακολουθούμενη από μια δοκιμαστική περίοδο (TT;  $6 \text{ kJ} / \text{kg}$  μάζας σώματος) ενώ οι συμμετέχοντες κατανάλωναν πατάτα, τζελ ή νερό, ανάλογα που είχαν καταταχθεί σύμφωνα με ένα πλάνο τυχαιοποιημένης διασταύρωσης. Ο τρόπος με τον οποίο χορηγήθηκαν οι διατροφικές παρεμβάσεις που επιλέχθηκαν ήταν με [U-  $^{13}\text{C}$  6] γλυκόζης για έμμεση εκτίμηση του χρόνου και του ρυθμού της γαστρικής κένωσης. Κατά τη διάρκεια όλων των δοκιμών, οι συμμετέχοντες έδιναν δείγματα αίματος για ανάλυση από όπου και φάνηκε πως οι συγκεντρώσεις γλυκόζης στο αίμα ήταν υψηλότερες ( $P < 0,001$ ) μετά από κατάποση πουρέ πατάτας και τζελ υδατανθράκων σε αντίθεση με την κατάποση νερού. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι συγκεντρώσεις γαλακτικού στο αίμα ήταν υψηλότερες ( $P = 0,001$ ) μετά την ολοκλήρωση της δοκιμαστικής περιόδου και στις δύο περιπτώσεις κατανάλωσης υδατανθράκων (πατάτα και τζελ) σε σύγκριση με την κατάποση του νερού. Ακόμα και η ίδια η απόδοση δοκιμαστικής περιόδου εμφάνισε βελτίωση ( $P = 0,032$ ) και στις δύο περιπτώσεις υδατανθράκων: πατάτας ( $33,0 \pm 4,5$  λεπτά) και τζελ ( $33,0 \pm 4,2$  λεπτά) συγκριτικά με την κατάποση νερού που δεν επέφερε την ίδια βελτίωση ( $39,5 \pm 7,9$  λεπτά). Τέλος, δεν καταγράφηκε διαφορά στην απόδοση της δοκιμαστικής περιόδου μεταξύ της πρόσληψης πατάτας και τζελ υδατανθράκων ( $P = 1,00$ ). Συμπερασματικά, η κατάποση του πουρέ πατάτας και τζελ υδατανθράκων βοήθησαν στη διατήρηση της συγκέντρωσης γλυκόζης στο αίμα, παρέχοντας ευκολία στη γαστρική εκκένωση και ενισχύοντας την απόδοση τόσο στην ποδηλασία όσο και στη δοκιμαστική περίοδο. Συνολικά, τα ευρήματα υποστηρίζουν πως η χρήση πατάτας είναι αποτελεσματική μέθοδος για την υποστήριξη και την βελτίωση της απόδοσης αγώνων για εκπαιδευμένους ποδηλάτες.

Ο Murray et al. (1989) στη μελέτη τους θέλησαν να συγκρίνουν την κατάποση 6% γλυκόζης, 6% φρουκτόζης και 6% σακχαρόζης κατά την εκτέλεση άσκησης σε ποδήλατο. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τρεις συνεδρίες οι οποίες

περιλάμβαναν 115 λεπτά ασυνεχούς εργομετρικού κύκλου άσκηση στο 65-80% του  $\text{VO}_2\text{max}$  ενώ στη συνέχεια ακολουθούσε ένα χρονικό διάστημα απόδοσης στο οποίο έπρεπε οπωσδήποτε να εκτελέσουν 600 περιστροφές πεντάλ. Στη διάρκεια του προγράμματος υπήρχαν πέντε φάσεις ανάπαυσης που διαρκούσαν τέσσερα λεπτά κατά τα οποία οι συμμετέχοντες λάμβαναν 3ml / Kg LBM-1 ενός από τα ποτά. Ο κάθε συμμετέχων λάμβανε ένα από τα ποτά για κατανάλωση σύμφωνα με μία διπλά-τυφλά, τυχαιοποιημένη μέθοδο. Έγινε έλεγχος και καταγραφή του καρδιακού ρυθμού, της  $\text{VO}_2$ , του ουρικού πλάσματος, του γαλακτικού πλάσματος, της αναλογίας της αναπνευστικής ανταλλαγής και του ρυθμού καύσης υδατανθράκων, τα οποία σημείωσαν παρόμοια αλλαγή μεταξύ της θεραπείας κατανάλωσης ποτών. Τα συνολικά ευρήματα έδειξαν πως η πρόσληψη φρουκτόζης είχε ως αποτέλεσμα χαμηλότερη γλυκόζη πλάσματος και ινσουλίνη ορού, μεγαλύτερη απώλεια όγκου πλάσματος, μεγαλύτερη γαστρεντερική δυσφορία, υψηλότερες συγκεντρώσεις πλάσματος ή ορού ελεύθερων λιπαρών οξέων, φρουκτόζης και κορτιζόλης, μειωμένη φυσιολογική απόκριση και μειωμένη ικανότητα άσκησης. Επίσης, στην ομάδα που λάμβανε φρουκτόζη σημειώθηκαν χαμηλότερες τιμές γαλακτικού και HR κατά τη φάση της περιόδου απόδοσης ( $P < 0,05$ ). Τέλος, φαίνεται πως η πρόσληψη σακχαρόζης και γλυκόζης βελτίωσε τους μέσους χρόνους απόδοσης, οι οποίοι φάνηκαν να είναι ταχύτεροι ( $419,4 \pm 21,0\text{s}$  και  $423,9 \pm 21,2\text{s}$  αντίστοιχα) σε αντίθεση με την φρουκτόζη ( $488,3 \pm 21,1\text{s}$ ) ( $P < 0,05$ ).

Ο Gonzalez et al. (2015) στη μελέτη τους θέλησαν να ελέγξουν και να προσδιορίσουν την επίδραση που έχει η κατάποση γλυκόζης σε σύγκριση με την κατάποση σακχαρόζης στην εξάντληση του γλυκογόνου του ήπατος και των μυών κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης αντοχής. Οι συμμετέχοντες ήταν ποδηλάτες οι οποίοι κλήθηκαν να ολοκληρώσουν δύο 3-ώρες δοκιμές ποδηλασίας στο 50% της μέγιστης ισχύος, με ταυτόχρονη κατανάλωση γλυκόζης ή σακχαρόζης, με ρυθμό  $1,7\text{g} / \text{min}$  ( $102\text{g} / \text{h}$ ). Για περαιτέρω έλεγχο και σύγκριση, τέσσερις ποδηλάτες εκτέλεσαν μία επιπλέον τρίτη δοκιμή στην οποία καταναλώθηκε μόνο νερό. Για να υπάρξει γνώση των επιπέδων συγκεντρώσεων γλυκογόνου στο ήπαρ και στους μυς πριν και μετά την άσκηση, οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού (13) C. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κατανάλωση γλυκόζης και σακχαρόζης, δεν προκάλεσε σημαντική μείωση των επιπέδων γλυκογόνου του ήπατος μετά από την ολοκλήρωση της άσκησης (από  $325 \pm 168$  σε  $345 \pm 205$  και  $321 \pm 177$  έως  $348 \pm 170\text{mmol} / \text{l}$  αντίστοιχα,  $P > 0,05$ ), χωρίς να σημειωθούν διαφορές μεταξύ των θεραπειών. Όσον αφορά το μυϊκό γλυκογόνο παρουσίασε μείωση (από  $101 \pm 49$  σε  $60 \pm 34$  και  $114 \pm 48$  σε  $67 \pm 34\text{mmol} / \text{l}$  αντίστοιχα,  $P < 0,05$ ) και σε αυτή την περίπτωση χωρίς διαφορές μεταξύ των θεραπειών. Τέλος, η χρήση υδατανθράκων φάνηκε να είναι μεγαλύτερη σε ολόκληρο το σώμα μετά από την πρόσληψη της σακχαρόζης ( $2,03 \pm 0,43\text{g} / \text{min}$ ) σε σύγκριση με τη γλυκόζη ( $1,66 \pm 0,36\text{g} / \text{min}$ ,  $P < 0,05$ ). Για την ομάδα που πραγματοποίησε δοκιμή άσκησης με κατανάλωση μόνο νερού, τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι συγκεντρώσεις γλυκογόνου μειώθηκαν τόσο στο συκώτι (από  $454 \pm 33$  έως  $283 \pm 82\text{mmol} / \text{l}$ ,  $P < 0,05$ ) όσο και στους μύες (από  $111 \pm 46$  έως  $67 \pm 31\text{mmol} / \text{l}$ ,  $P < 0,01$ ) κατά τη διάρκεια της άσκησης. Συμπερασματικά, καταλήγουμε στο γεγονός ότι η πρόσληψη τόσο της γλυκόζης όσο

και της σακχαρόζης λειτουργεί ενάντια στην εξάντληση του γλυκογόνου του ήπατος κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης αντοχής. Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της γλυκόζης και της σακχαρόζης στη διατήρηση των επιπέδων συγκέντρωσης γλυκογόνου του ήπατος, αλλά όσον αφορά τη χρήση υδατανθράκων ολόκληρου του σώματος η σακχαρόζη την αυξάνει.

#### **4.2.8. Καρπούζι, υδατάνθρακες και κιτρουλίνη**

O Shanelly et al. (2016) διεξήγαγαν μελέτη με σκοπό να εξετάσουν την επίδραση του καρπουζιού σε σύγκριση με ένα ποτό 6% υδατανθράκων στην απόδοση ποδηλασίας 75χλμ. Για τους σκοπούς της μελέτης οι συμμετέχοντες ήταν εκπαιδευμένοι ενήλικες ποδηλάτες, οι οποίοι συμμετείχαν στις δοκιμασίες λαμβάνοντας είτε καρπούζι είτε ποτό με 6% υδατάνθρακες σύμφωνα με ένα τυχαιοποιημένο, ελεγχόμενο, crossover σχέδιο. Το πρόγραμμα περιλάμβανε δύο δοκιμές χρόνου ποδηλασίας 75χλμ. Η πρώτη δοκιμή όμως ξεκίνησε αφού πρώτα είχαν προηγηθεί δύο εβδομάδες κατάποσης 980mL / ημέρα πουρέ καρπουζιού ή ποτό με 6% υδατάνθρακες. Οι συμμετέχοντες αφού τυχαιοποιήθηκαν είτε στο καρπούζι είτε στο ποτό με 6% υδατάνθρακες πραγματοποίησαν την πρώτη δοκιμή των 75χλμ ποδηλασίας και στη συνέχεια, αφού ακολούθησαν δύο εβδομάδες πλύσης για καθαρισμό του οργανισμού από την προηγούμενη διατροφική παρέμβαση, έλαβαν το άλλο συστατικό και ξανά πραγματοποίησαν την δοκιμή των 75χλμ ποδηλασίας. Όσον αφορά τη χρονική διάρκεια πραγματοποίησης των δοκιμών, οι συμμετέχοντες έπρεπε να καταναλώνουν κάθε δεκαπέντε λεπτά είτε πουρέ καρπουζιού που περιείχε 0,2gm / kg υδατάνθρακες είτε ένα ποτό με 6% υδατάνθρακες. Επίσης, έδωσαν δείγμα αίματος πριν από την έναρξη της μελέτης, ακριβώς πριν την έναρξη της κάθε δοκιμής και μία ώρα μετά από την ολοκλήρωση της άσκησης. Κάτι που παρατηρήθηκε ήταν πως η κατάποση του καρπουζιού για δύο συνεχόμενες εβδομάδες προκάλεσε σημαντική αύξηση των επιπέδων συγκεντρώσεως της L- κιτροουλίνης στο πλάσμα και της L- αργινίνης ( $p < 0,0125$ ). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η απόδοση της άσκησης ποδηλασίας δεν σημείωσε σημαντική διαφορά μεταξύ των φάσεων κατανάλωσης ποτού καρπουζιού ή υδατανθράκων ( $p > 0,05$ ) από την άλλη πλευρά όμως, σύμφωνα με τον δείκτη αντιληπτής άσκησης η βαθμολογία ήταν μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της δοκιμής καρπουζιού ( $p > 0,05$ ). Τόσο το ποτό καρπουζιού όσο και το ποτό υδατανθράκων προκάλεσαν παρόμοια αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα και σημαντική ενίσχυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας πλάσματος μετά την άσκηση, χωρίς όμως να επηρεάσει τους δείκτες φλεγμονής ή έμφυτης ανοσολογικής λειτουργίας. Επίσης, φάνηκε πως ο πουρές καρπουζιού κάλυψε πλήρως τις ενεργειακές απαιτήσεις της άσκησης και ενίσχυσε τα επίπεδα θρεπτικών συστατικών (L- κιτροουλίνη και L- αργινίνη). Συμπερασματικά λοιπόν, η κατάποση καρπουζιού είναι εξαιρετικά αποτελεσματική για τη διατήρηση και την ενίσχυση της απόδοσης αντοχής ενώ ενισχύει και την αντιοξειδωτική ικανότητα μέσω της αυξημένης πρόσληψης λυκοπενίου, L- κιτροουλίνης και βιταμινών A και C.

Η Tarazona et al. (2013) στη μελέτη τους θέλησαν να εξετάσουν και να προσδιορίσουν τις δυνατότητες και τις λειτουργίες του χυμού καρπουζιού (ως λειτουργικό ποτό) στην αθλητική απόδοση. Για αυτό σύγκριναν την πρόσληψη δύο χυμών καρπουζιού με την πρόσληψη εικονικού φαρμάκου σε μία δοκιμή μέγιστης προσπάθειας. Στη μελέτη συμμετείχαν φοιτητές Αθλητικών Επιστημών οι οποίοι δεν έπαιρναν φάρμακα, δεν πονούσαν από κάποιον τραυματισμό και ανά τακτά χρονικά διαστήματα συμμετείχαν σε διάφορα αθλήματα. Όσον αφορά τη μεθοδολογία, οι συμμετέχοντες έπρεπε να εκτελέσουν τρεις φορές μία δοκιμή μέγιστης προσπάθειας σε ένα κυκλοεργόμετρο αφού προηγουμένως (1 ώρα πριν την δοκιμή) είχαν λάβει 500mL φυσικού χυμού καρπουζιού (1,17g L-κιτρουλλίνης), εμπλουτισμένο χυμό καρπουζιού (4,83g L-κιτρουλλίνης συν 1,17g από καρπούζι) και εικονικό φάρμακο (έγχυση φυτών με γεύση φρούτων που αποτελούνται από τριαντάφυλλο, ιβίσκο, rooibos, πολτό μήλου, φυσικές γεύσεις και κομμάτια φράουλας). Επίσης, δόθηκε οδηγία μία μέρα πριν τη δοκιμή αξιολόγησης να αποφύγουν την κατανάλωση αλκοολούχων ποτών ή διεγερτικών και οποιαδήποτε έντονη σωματική άσκηση και τουλάχιστον τρεις ώρες πριν από την άσκηση να ακολουθήσουν μια δίαιτα πλούσια σε υδατάνθρακες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως 24 ώρες μετά από την άσκηση, ο μυϊκός πόνος ήταν σημαντικά μεγαλύτερος όταν χρησιμοποιήθηκε εικονικό φάρμακο σε σύγκριση με τη χορήγηση των δύο χυμών καρπουζιού. Ωστόσο, οι δύο χυμοί δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και αυτό είναι κάτι που δείχνει ότι 1,17g L-κιτρουλλίνης είναι αρκετή ποσότητα αμινοξέος για να οδηγήσει σε μείωση του πόνου. Επίσης, παρατηρήθηκε πως 48 ώρες μετά από την δοκιμή ο μυϊκός πόνος μειώθηκε και στις τρεις περιπτώσεις (δύο χυμών και εικονικού φαρμάκου) χωρίς σημαντικές διαφορές. Συμπερασματικά, η κατάποση χυμού καρπουζιού πλούσιου σε L-κιτρουλλίνη είναι αποτελεσματική για τη μείωση του πόνου και συνεπώς τη βελτίωση της απόδοσης.

#### **4.2.9. Γάλα και πρωτεΐνες**

Ο West et al. (2017) θέλησαν να εξετάσουν αν η πρόσληψη πρωτεΐνης ορού γάλακτος μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία καθαρής πρωτεΐνης ολόκληρου του σώματος και να βοηθήσει στην ανάκτηση της απόδοσης της άσκησης κατά τη διάρκεια μιας νύχτας μετά από άσκηση αντοχής. Οι συμμετέχοντες που επιλέχθηκαν ήταν εκπαιδευμένοι νέοι άντρες ( $76 \pm 8$  kg,  $24 \pm 4$  ετών,  $14\% \pm 5\%$  σωματικό λίπος), οι οποίοι έπρεπε δύο ξεχωριστά βράδια να πραγματοποιήσουν μία άσκηση αντίστασης πριν καταναλώσουν είτε 25g πρωτεΐνης ορού γάλακτος, είτε εικονικό φάρμακο (CHO) σύμφωνα με την μεθοδολογία που ακολούθησε ένα διπλό τυφλό και crossover σχέδιο για την κατανομή τους. Αμέσως μετά την άσκηση λοιπόν, έπρεπε να λάβουν 25g πρωτεΐνης ορού γάλακτος ή εικονικό φάρμακο, κάτι που επαναλάμβαναν και το επόμενο πρωί αφού είχαν περάσει περίπου 10 ώρες. Στη συνέχεια ακολούθησε και μια τρίτη δοκιμή η οποία δεν περιλάμβανε άσκηση ούτε πρόσληψη συμπληρωμάτων. Για να μπορέσει να γίνει αξιολόγηση της διατροφικής παρέμβασης καταγράφηκε η απόδοση πριν την άσκηση και 0,10 και 24 ώρες μετά, μέσα από μια σειρά δοκιμών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το καθαρό ισοζύγιο πρωτεΐνης βελτιώθηκε κατά τη διάρκεια της

ολονύκτιας ανάκαμψης, ενώ στην αξιολόγηση που έγινε 24 ώρες μετά υπήρξε βελτίωση μόνο στο συμπλήρωμα πρωτεΐνης. Όσον αφορά τις αξιολογήσεις της άσκησης με μειωμένη επανάληψη (REP), μέγιστη αντοχή (MVC), μέγιστη και μέση ισχύς και απόδοση άλματος αντίθετης κίνησης (CMJ) αξίζει να σημειωθούν αυτές που αφορούν στις 10 ώρες, όπου υπήρξαν μικρές έως μέτριες βελτιώσεις του MVC ( $ES = 0,56$ ), μέση ισχύς ( $ES = 0,49$ ) και CMJ ( $ES: 0,27-0,49$ ) όταν καταναλώθηκε πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Επίσης, η πρόσληψη πρωτεΐνης βοήθησε και στις 24 ώρες καθώς σημειώθηκε βελτίωση στο MVC ( $ES = 0,76$ ), στο REP ( $ES = 0,44$ ) και στη μέγιστη ισχύ ( $ES = 0,55$ ). Συμπερασματικά, η πρόσληψη 25g πρωτεΐνης ορού γάλακτος μετά από βραδινή άσκηση αντίστασης μπορεί να βελτιώσει τον αναβολισμό ολόκληρου του σώματος μέσω της καλύτερης ισορροπίας καθαρής πρωτεΐνης, που προκαλείται τη νύχτα μετά από 10 ώρες ξεκούρασης συγκριτικά με το εικονικό φάρμακο (CHO). Επίσης, η κατανάλωση επιπλέον 25g πρωτεΐνης ορού γάλακτος το επόμενο πρωί βοήθησε στη διατήρηση μεγαλύτερης ισορροπίας πρωτεΐνης ολόκληρου του σώματος κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάκτησης 24 ωρών σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο. Τέλος, μπορεί να βοηθήσει και να βελτιώσει την απόδοση της άσκησης μετά από έντονη περίοδο άσκησης αντίστασης. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως στα κριτήρια συμμετοχής ανήκουν και τα παρακάτω: απαγόρευση καπνίσματος, χωρίς κατανάλωση συμπληρωμάτων για τουλάχιστον 3 εβδομάδες πριν από την έναρξη της δοκιμής και χωρίς φαρμακευτική αγωγή που μπορεί να επηρεάσει τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών (π.χ. κορτικοστεροειδή ή μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη).

H Josse et al. (2010) στη μελέτη τους θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση που έχει το γάλα χωρίς λιπαρά στον οργανισμό μετά από άσκηση αντίστασης σε γυναίκες. Πιο συγκεκριμένα αν η κατανάλωση του σε σύγκριση με υδατάνθρακες ίσης ενέργειας, θα βελτιώσει και θα αυξήσει την άπαχη μάζα του σώματος μειώνοντας το λίπος, όπως συμβαίνει σε άνδρες. Για τις ανάγκες λοιπόν της έρευνας, επιλέχθηκαν νέες γυναίκες οι οποίες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες: πρόσληψης γάλακτος χωρίς λιπαρά ή υδατάνθρακες ίσης ενέργειας. Η πρόσληψη των δύο συστατικών έπρεπε να γίνεται αμέσως μετά και 1 ώρα μετά την άσκηση ( $2 \times 500\text{mL}$ ), ενώ τα άτομα ασκούσαν 5 dx wk (-1) για 12 εβδομάδες. Σύμφωνα με την μεθοδολογία που είχε οριστεί για να ελέγχονται οι αλλαγές στη σύνθεση του σώματος, χρησιμοποιήθηκαν ανάλογες μετρήσεις με απορροφησιομετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας και ανάλυση του αίματος σε φυσιολογικές συνθήκες, σε κατάσταση νηστείας και πριν και μετά την προπόνηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ομάδα που κατανάλωνε το γάλα χωρίς λιπαρά παρουσίασε μικρότερη αύξηση βάρους μετά από την προπόνηση σε σύγκριση με την ομάδα που λάμβανε τους υδατάνθρακες (CHO:  $+0,86 \pm 0,4$  kg,  $P < 0,05$ , ΓΑΛΑ:  $+0,50 \pm 0,4$  kg,  $P = 0,29$ ). Όσον αφορά την άπαχη μάζα σημειώθηκε μεγαλύτερη αύξηση μετά την προπόνηση στην ομάδα του γάλακτος με ( $1,9 \pm 0,2$ ) σε σύγκριση με την ομάδα υδατανθράκων ( $1,1 \pm 0,2$  kg). Σχετικά με το λίπος, η πρόσληψη γάλακτος προκάλεσε τη μείωση του μετά την προπόνηση κάτι που δεν συνέβη με τους υδατάνθρακες ( $-1,6 \pm 0,4$  kg,  $P < 0,01$ , CHO:  $-0,3 \pm 0,3$  kg,  $P = 0,41$ ). Η ισοτονική ισχύς παρουσίασε μεγαλύτερη αύξηση με την κατάποση γάλακτος χωρίς λιπαρά για κάποιες ασκήσεις. Επίσης, σημειώθηκε μεγαλύτερη αύξηση του

ορού 25-υδροξυβιταμίνη D στην ομάδα γάλακτος (Milk +6,5 +/- 1,1 έναντι CHO +2,8 +/- 1,3) ενώ η παραθυρεοειδής ορμόνη παρουσίασε μείωση μόνο με την πρόσληψη γάλακτος (- 1,2 +/- 0,2 pM, P <0,01). Τα συνολικά ευρήματα λοιπόν οδήγησαν στο συμπέρασμα πως όταν συνδυάζεται η πρόσληψη γάλακτος χωρίς λιπαρά (μετά την άσκηση) με έντονη άσκηση αντοχής, τότε αυξάνεται περισσότερο η μυϊκή μάζα και η δύναμη, προκαλείται απώλεια μάζας λίπους και επέρχεται πιθανή μείωση του κύκλου εργασιών των γυναικών μετά από 12 εβδομάδες, κάτι που διαπιστώθηκε έπειτα από σύγκριση με πρόσληψη ίσης ενέργειας υδατανθράκων. Συνεπώς, το γάλα αποτελεί ένα αποτελεσματικό ποτό για αλλαγή στη σύνθεση του σώματος σε γυναίκες σε συνδυασμό με προπόνηση αντίστασης.

Ο Hartman et al. (2007) στη μελέτη τους θέλησαν να ελέγξουν τις μακροπρόθεσμες συνέπειες της κατάποσης γάλακτος ή πρωτεΐνης σόγιας ή ενός άλλου προϊόντος ισοδύναμης ενέργειας στην προπόνηση αντίστασης. Το δείγμα που επιλέχθηκε ήταν υγιείς νεαροί άνδρες αρχάριοι στην άρση βαρών, οι οποίοι σύμφωνα με το πρόγραμμα εκπαιδεύτηκαν 5d / wk για 12 εβδομάδες σε ένα κυκλικό πρόγραμμα άσκησης αντίστασης. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες όπου τυχαία τους δόθηκε να καταναλώνουν γάλα χωρίς λιπαρά ή ίσης ενέργειας πρωτεΐνη σόγιας χωρίς λιπαρά ή μαλτοδεξτρίνη που ήταν ίσης ενέργειας με το γάλα και την σόγια και λειτούργησε ως ομάδα ελέγχου. Η κατανάλωση τους γινόταν αμέσως και 1 ώρα μετά την άσκηση. Αφού σημειώθηκαν οι μετρήσεις όλων των παραγόντων πριν και μετά την προπόνηση και έγινε ανάλυση τους με απορροφηματομετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA) τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των ομάδων για το μέγεθος των μυϊκών ινών, τη μέγιστη αντοχή και τη σύνθεση του σώματος. Όσον αφορά τις μυϊκές ίνες τύπου II παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση στην ομάδα που καταναλάωνε γάλα σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες (P <0,05), ενώ οι μυϊκές ίνες τύπου I σημείωσαν μεγαλύτερη αύξηση μετά την προπόνηση στην ομάδα γάλακτος συγκριτικά με την ομάδα σόγιας, αφού μόνο αυτές οι δύο παρουσίασαν αύξηση. Τέλος, το λίπος και η οστική μάζα αυξήθηκαν σε όλες τις ομάδες, όμως και εδώ μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στην ομάδα γάλακτος. Συμπερασματικά, μετά από σύγκριση γάλακτος με ίσης ενέργειας σόγια και με μαλτοδεξτρίνη, φάνηκε πως η χρόνια κατανάλωση γάλακτος μετά την άσκηση έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη μυϊκή υπερτροφία σε αρχάριους αρσιβαρίστες, αφού καταναλωθεί στα πρώτα στάδια της προπόνησης αντίστασης.

Ο Wilkinson et al. (2007) πραγματοποίησαν μελέτη θέλοντας να ελέγξουν τον τρόπο με τον οποίο επιδρά η κατάποση ποτών σόγιας ή γάλακτος, (ίσης ενέργειας και τα δύο, με μακροθρεπτικά συστατικά, 18g πρωτεΐνης, 750kJ) στην ισορροπία καθαρής μυϊκής πρωτεΐνης και στη διατήρηση της μυϊκής μάζας μετά από εκτέλεση άσκησης αντίστασης σε υγιείς νεαρούς άνδρες. Λόγω της πεποίθησης ότι το ποτό σόγιας θα προκαλούσε μεγαλύτερη αλλά παροδική υπεραμινοξαιμία και ότι το γάλα θα προκαλούσε καλύτερη και μεγαλύτερη καθαρή ισορροπία μυϊκής πρωτεΐνης εξαιτίας της χαμηλότερης αλλά παρατεταμένης υπεραμινοξέωσης, ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία. Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες όπου με crossover σχεδιασμό η μία καταναλάωνε ποτό σόγιας-πρωτεΐνης και η άλλη ποτό γάλακτος μετά από μια περίοδο άσκησης αντίστασης. Για την διεξαγωγή συμπερασμάτων μετρήθηκε η ισορροπία των

αρτηριακών-φλεβικών αμινοξέων και οι ρυθμοί κλασματικής σύνθεσης των μυών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως και η κατάποση σόγιας αλλά και γάλακτος είχαν παρόμοια επίδραση και μάλιστα προκάλεσαν θετική καθαρή ισορροπία πρωτεΐνης. Ωστόσο, η ανάλυση που έγινε στις καμπύλες καθαρού ισοζυγίου έδειξε μεγαλύτερο συνολικό καθαρό υπόλοιπο στην ομάδα που κατανάλωνε γάλα ( $P < 0,05$ ). Επίσης, καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν για την ομάδα γάλακτος όσον αφορά τον ρυθμό σύνθεσης των μυών που ήταν μεγαλύτερος σε σύγκριση με την ομάδα σόγιας (Milk  $0,10 \pm 0,01\%$  / ώρα) vs (Σόγια  $0,07 \pm 0,01\%$  / ώρα,  $P = 0,05$ ). Συμπερασματικά, οι πρωτεΐνες που παρέχει η κατανάλωση γάλακτος προσφέρουν μεγαλύτερη βοήθεια στη συγκέντρωση των πρωτεϊνών στους μύες μετά από άσκηση αντίστασης συγκριτικά με τις πρωτεΐνες σόγιας, ενώ όσον αφορά τη διατήρηση της μυϊκής μάζας και τα δύο συστατικά (γάλα και σόγια) την ενισχύουν μετά από άσκηση αντίστασης. Ωστόσο, φαίνεται πως η χρόνια κατανάλωση γάλακτος πιθανόν προκαλεί καλύτερη και ταχύτερη συγκέντρωση άπαχης μάζας.

H Jackman et al. (2017) διεξήγαγαν μελέτη για να ανακαλύψουν την απόκριση του myofibrillar-MPS στην κατάποση αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (BCAAs) [χωρίς ταυτόχρονη κατανάλωση άλλων βασικών αμινοξέων (EAA), άθικτης πρωτεΐνης ή άλλων μακροθρεπτικών συστατικών] μετά από άσκηση αντίστασης. Για την πραγματοποίηση της έρευνας συμμετείχαν σε αυτή δέκα νέοι, εκπαιδευμένοι, με αντοχή άνδρες που έκαναν τακτικά προπόνηση αντίστασης του κάτω σώματος ( $\geq 2$  / εβδομάδα για  $> 1$  χρόνο), οι οποίοι πραγματοποίησαν δύο δοκιμές λαμβάνοντας με ένα τυχαίο crossover σχεδιασμό είτε  $5,6g$  BCAA είτε ένα ποτό εικονικού φαρμάκου (PLA) αμέσως μετά την άσκηση αντίστασης. Οι μετρήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια της ανάκαμψης με σταθερή έγχυση L- [δακτύλιος  $13\ C\ 6$ ] φαινυλαλανίνης και λείφθηκαν δείγματα μυϊκών βιοψιών πριν και 4 ώρες μετά την κατανάλωση των συστατικών καθώς και πριν και μετά την κατάποση. Όσον αφορά τον τρόπο μέτρησης της φωσφορυλίωσης των πρωτεϊνών του συμπλέγματος ραπαμυκίνης-1 (mTORC1) έγινε με λήψη δειγμάτων βιοψιών πριν, 1 και 4 ώρες μετά την κατάποση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε πως η λευκίνη στο πλάσμα ( $300 \pm 96\%$ ), η ισολευκίνη ( $300 \pm 88\%$ ) και η συγκέντρωση βαλίνης ( $144 \pm 59\%$ ) αυξήθηκαν και έφτασαν το μέγιστο σε 0,5 ώρες μετά από την κατάποση BCAA. Επίσης, σημειώθηκε μεγαλύτερη αύξηση της φωσφορυλίωσης των S6K1 Thr389 ( $P = 0,017$ ) και PRAS40 ( $P = 0,037$ ) μετά από την πρόσληψη BCAA, μία ώρα μετά την κατάποση του. Καταγράφηκε 22% μεγαλύτερη απόκριση του Myofibrillar-MPS μετά την πρόσληψη BCAA ( $0,10 \pm 0,009\%$  / ώρα) μετά από άσκηση αντίστασης, ενώ όσον αφορά τη φαινυλαλανίνη Ra φάνηκε να είναι  $\sim 6\%$  χαμηλότερη μετά από BCAA ( $18,00 \pm 4,31\ \mu\text{mol} \cdot \text{kgBM}^{-1}$ ), ύστερα από σύγκριση τους με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την κατάποση του εικονικού φαρμάκου. Όσον αφορά την άπαχη ιστική μάζα του ασκούμενου ποδιού, δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων ( $P > 0,05$ ). Το συνολικό βάρος εμφάνισε ομοιότητες μεταξύ των δοκιμών και των ομάδων BCAA ( $11.055 \pm 837\ \text{kg}$ ) και PLA ( $11.089 \pm 913\ \text{kg}$ ) ( $P = 0,88$ ), ενώ οι βαθμολογίες για τον δείκτη κόπωσης (RPE) ήταν 19 σε όλες τις δοκιμές άσκησης που πραγματοποιήθηκαν. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω αποτελέσματα, προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα BCAA έχουν την ικανότητα να διεγείρουν το myofibrillar-MPS

μετά από άσκηση αντίστασης, ενώ η πρόσληψη BCAA χωρίς επιπρόσθετη λήψη άλλων αμινοξέων συνδέεται με την ενίσχυση της διέγερσης της μυοϊνδικής-MPS και της φωσφορυλίωσης mTORC1 μετά την άσκηση. Παρόλα αυτά, τα ευρήματα δείχνουν πως τα BCAA από μόνα τους δεν προκαλούν την μέγιστη διέγερση του myofibrillar-MPS λόγω της περιορισμένης πρόσληψης EAA. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πως για τις ανάγκες της μελέτης υπήρξαν και κριτήρια αποκλεισμού τα οποία αφορούσαν: μεταβολικές διαταραχές, δυσανεξίες / αλλεργίες στα τρόφιμα, αλλεργίες στο τοπικό αναισθητικό, τρέχουσα συμμετοχή σε άλλες κλινικές δοκιμές, αιμοδοσίες εντός τριών μηνών από την πρώτη επίσκεψη για την έναρξη της μελέτης και συνταγογράφηση φαρμάκων ή κατανάλωσης συμπληρωμάτων διατροφής γενικότερα αλλά και ειδικότερα συμπληρώματα που μπορεί να επηρεάσουν τον πρωτεϊνικό μεταβολισμό.

#### **4.2.10. Ελαιόλαδο και πολυφαινόλες**

O Caro et al. (2016) πραγματοποίησαν μελέτη με σκοπό τη διερεύνηση, την ανάλυση και την αξιολόγηση ενός ροφήματος αμυγδάλου και ενός ροφήματος ελαιόλαδου εμπλουτισμένα με α-τοκοφερόλη, docosahexaenoic και βιταμίνη E, μαζί με άσκηση στη σύνθεση ερυθροκυττάρων, σε φλεγμονώδεις δείκτες πλάσματος και στην έκφραση του ανοσοποιητικού γονιδίου σε νέους και ηλικιωμένους αθλητές. Για τις ανάγκες λοιπόν της έρευνας, το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 10 υγιής νεαροί άνδρες αθλητές του taekwondo και 8 καλά εκπαιδευμένοι και μεγαλύτεροι σε ηλικία άνδρες αθλητές, εκπαιδευτές και αθλητικοί ιατροί. Στη συνέχεια ακολούθησε χωρισμός των ατόμων σε δύο ομάδες σύμφωνα με την ηλικία τους και ξεκίνησε η παρέμβαση της διατροφής, όμως μόνο 5 νέοι και 5 πιο έμπειροι κατάφεραν να φέρουν σε πέρας όλο το πρόγραμμα και να ολοκληρώσουν τις δοκιμές. Όσοι έμειναν λοιπόν, για πέντε εβδομάδες λάμβαναν το συμπλήρωμα του λειτουργικού ποτού και συμμετείχαν σε ένα τεστ στρες υπό ελεγχόμενες συνθήκες πριν και μετά την κατάποση. Σύμφωνα με τον σκοπό της έρευνας, η διατροφική παρέμβαση όριζε οι συμμετέχοντες να καταναλώνουν ημερησίως (και για 5 μέρες την εβδομάδα για 5 μήνες) 1 λίτρο από το προβλεπόμενο ισοτονικό, λειτουργικό ποτό αντικαθιστώντας το νερό. Οι οδηγίες όριζαν η κατάποση του ποτού να γίνεται σε δύο φάσεις μία το πρωί και μία πριν από την καθημερινή προπόνηση. Επίσης, όσον αφορά τις διατροφικές και τις σωματικές συνήθειες των συμμετεχόντων διατηρήθηκαν ως είχαν. Συνολικά, κάθε συμμετέχων εκτέλεσε δύο ίδιες δοκιμές άσκησης (μία στην αρχή και μία στο τέλος της παρέμβασης) οι οποίες απείχαν μεταξύ τους πέντε εβδομάδες στην διάρκεια των οποίων γινόταν κατάποση του ορισμένου ποτού. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων έγινε λήψη δειγμάτων αίματος αμέσως πριν και 1 ώρα μετά από κάθε δοκιμή. Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις των δειγμάτων και συγκρίσεις ανάμεσα στα δείγματα που έλαβαν κατά την έναρξη και με το τέλος της παρέμβασης, όπου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατάποση των ποτών δεν προκάλεσε κάποια σημαντική αλλαγή και βελτίωση στις παραμέτρους απόδοσης κατά την εκτέλεση μέγιστης άσκησης. Ωστόσο, σημειώθηκε αύξηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, μείωση των κορεσμένων λιπαρών οξέων στο πλάσμα, αύξηση της περιεκτικότητας των

ερυθροκυττάρων DHA, διατήρηση των επιπέδων βασικού πλάσματος και πολυφαινόλης στο αίμα σε νέους αθλητές αλλά αύξηση των επιπέδων συγκέντρωσης πολυφαινόλης στο αίμα στους μεγαλύτερους αθλητές. Επίσης, φάνηκε πως η κατάποση των λειτουργικών ποτών έχει την ικανότητα να προστατεύει από την οξειδωτική βλάβη παρόλο που λειτουργούσε ως ενισχυτής της νιτρολογικής βλάβης και ενισχύει την αντιοξειδωτική απόκριση PBMC στους νέους αθλητές. Συνεπώς, φαίνεται πως τα λειτουργικά ποτά αμυγδάλου και ελαιολάδου βελτιώνουν και ενισχύουν την έκφραση των αντιοξειδωτικών ενζύμων στα μονοπύρρηνα κύτταρα περιφερικού αίματος σε νεαρούς αθλητές αφού συμμετέχουν σε άσκηση. Ωστόσο, λόγω του μικρού αριθμού των ατόμων που ολοκλήρωσαν την έρευνα τα αποτελέσματα είναι περιορισμένα και δεν μπορούν να ληφθούν υπόψιν καθώς σε μεγαλύτερη κλίμακα πιθανόν θα ήταν διαφορετικά.

Η Esquius et al. (2019) θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση ενός οξέος συμπληρώματος παρθένου ελαιόλαδου στον καρδιακό αναπνευστικό συντονισμό (CRC) και στην απόδοση και να ελέγξουν τις διαφορές και τις ομοιότητες που προκύπτουν στους παραπάνω παράγοντες ελέγχου συγκριτικά με την πρόσληψη φοινικέλαιου. Για τις ανάγκες της μελέτης πραγματοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές συνεδρίες, όπου έγιναν δοκιμές προσπάθειας, οι οποίες χωρίστηκαν και απείχαν η μία από την άλλη επτά ημέρες. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν επτά υγιείς ενήλικες ενεργοί άνδρες δρομείς που συμμετείχαν και αγωνίζονταν σε εθνικό επίπεδο τουλάχιστον πέντε χρόνια, ενώ πραγματοποιούσαν και δραστηριότητες αντοχής 4-7 μέρες/εβδομάδα. Σε κάθε συνεδρία, σύμφωνα με το πρωτόκολλο, οι συμμετέχοντες πραγματοποιούσαν την ίδια προοδευτική μέγιστη δοκιμή πεζοπορίας, λαμβάνοντας όμως κάθε φορά διαφορετικά συμπληρώματα διατροφής σύμφωνα με μία τυχαιοποιημένη crossover και double-blind μέθοδο: ελαιόλαδο, φοινικέλαιο και εικονικό φάρμακο. Επίσης, για τις ανάγκες της έρευνας οι συμμετέχοντες πήγαιναν σε κάθε συνεδρία 3 ώρες μετά από ένα ελαφρύ γεύμα (δηλαδή 70% υδατάνθρακες, 15% λιπίδια και 15% πρωτεΐνες) και χωρίς να έχουν εκτελέσει έντονη σωματική άσκηση-δραστηριότητα 72 ώρες πριν, ενώ για όλη την διάρκεια της μελέτης τους ζητήθηκε να προσέχουν και να μην αλλάξουν τη διατροφή. Ακολούθησαν οι αναλύσεις του βασικού συστατικού (PC) και των επιλεγμένων καρδιαγγειακών και καρδιοαναπνευστικών μεταβλητών και έγιναν συγκρίσεις των αποτελεσμάτων μεταξύ των συμπληρωμάτων. Για την καλύτερη και πιο ακριβή αξιολόγηση του καρδιοαναπνευστικού συντονισμού όλες οι δοκιμές αλλά και οι αξιολογήσεις χωρίστηκαν σε τρεις ενότητες που αφορούσαν τις χαμηλές, μέτριες και υψηλές εντάσεις άσκησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συμπληρωμάτων, τα οποία εμφανίστηκαν κυρίως στις δοκιμές μέτριας έντασης άσκησης και μάλιστα καταγράφηκαν μεγαλύτερες τιμές για τις ιδιότητες του PC1 από το ελαιόλαδο έπειτα από σύγκριση με το φοινικέλαιο ( $2,63 \pm 0,51$  έναντι  $2,30 \pm 0,28$ ,  $Z = 2,03$ ,  $p = 0,04$ ,  $d = 0,80$ ) και το εικονικό φάρμακο ( $2,63 \pm 0,51$  έναντι  $2,38 \pm 0,36$ ;  $Z = 2,20$ ,  $p = 0,03$ ,  $d = 0,57$ ). Το συμπέρασμα που προκύπτει λοιπόν είναι πως το συμπλήρωμα έξτρα παρθένου ελαιόλαδου όταν λαμβάνεται σε μέτριας έντασης άσκησης όπως η προοδευτική δοκιμή πεζοπορίας είναι ικανό να βελτιώσει και να αυξήσει τον καρδιοαναπνευστικό συντονισμό χωρίς να επηρεάζονται άλλοι

φυσιολογικοί δείκτες. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πως κατά τη διαδικασία λήψης του δείγματος ορίστηκαν και κάποια κριτήρια αποκλεισμού τα οποία αφορούσαν: α) τρέχοντα ή προηγούμενο τραυματισμό, β) λήψη ιχθυελαίου ή άλλων συμπληρωμάτων λιπαρών οξέων και γ) οποιαδήποτε άλλη κατάσταση που ενδέχεται να αποτρέψει την εκτέλεση ενός μέγιστου πρωτοκόλλου άσκησης.

## **V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

### **5.1. Διατροφή και απόδοση**

Είναι γνωστό πως στο χώρο της άσκησης, του αθλητισμού και κυρίως του πρωταθλητισμού υπάρχουν υψηλές απαιτήσεις και χρειάζεται συνεχής προπόνηση και βελτίωση των επιδόσεων αλλά και της συνολικής απόδοσης. Αυτή η συνεχής πίεση που ασκείται τόσο στο σώμα όσο και στην ψυχή των αθλητών έχει ως αποτέλεσμα μια φυσική φθορά, την οποία ο αθλητικός κόσμος προσπαθεί να την καλύψει με διάφορα μέσα. Γνωρίζοντας ότι η σωστή διατροφή βοηθάει στην ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, στη διατήρηση σταθερού φυσιολογικού βάρους και στην προστασία της υγείας, αφού η τροφή έχει προληπτική και θεραπευτική αξία γίνεται ένας καλός σύμμαχος που φυσιολογικά μέσα από τα συστατικά του εξυπηρετεί κάποιες από τις ανάγκες των ασκούμενων-αθλητών. Συνεπώς, πρέπει να αναγνωρίζεται ο ρόλος της σωστής διατροφής στον αθλητικό τομέα και μάλιστα η επίδραση που ασκεί στην απόδοση μέσω των θρεπτικών συστατικών της. Οι διατροφικοί παράγοντες έχουν την ικανότητα να επιδρούν και να επηρεάζουν τους διάφορους συντελεστές του κάθε αθλήματος, βιομηχανικούς, ψυχολογικούς και φυσιολογικούς (Williams, 2014). Τα θρεπτικά συστατικά τα χρησιμοποιεί ο οργανισμός για να μπορέσει να εκτελέσει τις βιοχημικές λειτουργίες του σώματος αλλά και για την ανάπτυξη και τη διατήρηση της υγείας του. Επίσης, οι διάφορες ομάδες των θρεπτικών συστατικών έχουν συνδεθεί με τη βελτίωση της απόδοσης σε διαφορετικά αθλήματα λόγω της επίδρασης τους σε διάφορες παραμέτρους της απόδοσης, της ανάπτυξης και της ενίσχυσης των οστών, των μυών και των τενόντων. Πιο συγκεκριμένα, η διεθνής βιβλιογραφία υποστηρίζει τη θετική επίδραση των υδατανθράκων στην άσκηση αντοχής. Αυτό συμβαίνει γιατί όπως αναφέρθηκε, η γλυκόζη και το γλυκογόνο είναι οι βασικότερες ενεργειακές πηγές που χρησιμοποιούν τα μυϊκά κύτταρα (Κλεισούρας, 2011). Επίσης, οι υδατάνθρακες αποτελούν μοναδική πηγή για αναερόβια πηγή ενέργειας και σημαντικό καύσιμο του συστήματος οξυγόνου, χρειάζονται λιγότερο οξυγόνο για να μεταβολιστούν και παράγουν με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό ATP για μυϊκή συστολή. Όσο αυξάνεται η ένταση της άσκησης τόσο αυξάνεται και η συμμετοχή των υδατανθράκων και όταν η ένταση φτάνει το 65-90% της  $VO_{2max}$  το μυϊκό γλυκογόνο εξαντλείται και περιορίζει την ικανότητα συνέχισης της άσκησης. Όταν μάλιστα τα αποθέματα των υδατανθράκων είναι ήδη μειωμένα επέρχεται κόπωση κατά τη διάρκεια άσκησης αντοχής και λόγω της υπογλυκαιμίας αλλά και της εξάντλησης του μυϊκού γλυκογόνου (Williams, 2014).

Αναγνωρισμένη είναι και η επίδραση των πρωτεϊνών κυρίως στην άσκηση αντίστασης. Μέσω της δράσης κάθε αμινοξέος, λειτουργούν ως δομική βάση για τους περισσότερους από τους ιστούς του σώματος. Η παρουσία τους είναι σημαντική για τη ρύθμιση του μεταβολισμού και βοηθάνε στη σύνθεση ενζύμων, ορμονών και διάφορων ενώσεων που επηρεάζουν σωματικές λειτουργίες (Williams 2014, Mahan et Escott-Stump, 2014). Επιπλέον, βοηθάνε στην διατήρηση του ισοζυγίου των υγρών, στην οξεοβασική ισορροπία και ως βασικό συστατικό των περισσότερων ενζύμων του μυ χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας την ώρα της άσκησης (Williams, 2014). Ωστόσο, αποτελούν πηγή ενέργειας κατά την άσκηση κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Υπάρχει η άποψη ότι η χρήση της πρωτεΐνης ή/και των αμινοξέων ως πηγή ενέργειας μεγαλώνει κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης και ίσως το ποσοστό συμμετοχής να φτάνει και το 15% στα τελευταία στάδια. Ο τρόπος με τον οποίο οι πρωτεΐνες συμμετέχουν ως ενεργειακή πηγή στους μύες είναι μέσω της παραγωγής γλυκόζης στο συκώτι όταν τα αποθέματα γλυκόζης και γλυκογόνου είναι μειωμένα και μέσω των αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη) που συνιστούν βασικά συστατικά του μυϊκού ιστού. Επίσης, έχουν σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση βλαβών και τραυματισμών που προκαλούνται στις μυϊκές ίνες μέσα από την άσκηση. Τέλος, χρησιμοποιούνται από αρσιβαρίστες και αθλητές σωματικής διάπλασης για αύξηση και ενίσχυση της μυϊκής μάζας και δύναμης. Σύμφωνα με τους Phillips και Van Lool (2011) φαίνεται πως η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών μπορεί να λειτουργήσει προληπτικά στην απώλεια άλιπης μάζας σώματος σε περιόδους περιορισμένης πρόσληψης ενέργειας ανάλογα πάντα όμως το θερμιδικό έλλειμμα.

Η ίδια αναγνώριση υπάρχει και για τις λειτουργίες που έχουν τα λίπη στη βελτίωση της απόδοσης. Γνωρίζουμε πως είναι καλή ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ATP με τη μορφή των λιπαρών οξέων και ακολουθούν οι τριακυλογλυκερόλες. Εξαιτίας της προπόνησης από την οποία πηγάζει η έντονη χρησιμοποίηση των λιπαρών οξέων ως ενεργειακή πηγή σημειώνεται βελτίωση στα αγωνίσματα αντοχής μέσω διατήρησης και εξοικονόμησης του μυϊκού γλυκογόνου. Μέσα σε μία ώρα όπου τα επίπεδα της άσκησης είναι έντονα, τα αποθέματα του γλυκογόνου μειώνονται και έτσι ξεκινάει η έντονη χρήση των ελεύθερων λιπαρών οξέων κάτι που προκαλεί την μείωση της έντασης της άσκησης. Με άλλα λόγια, όσο αυξάνεται η διάρκεια της άσκησης τόσο αυξάνεται και η χρησιμοποίηση του λίπους κάτι που συναντάμε στα παρατεταμένα αγωνίσματα αντοχής όπου στα τελευταία στάδια μπορεί να προσφέρει μέχρι και το 90% της συνολικής ενέργειας του οργανισμού. Επίσης, μεγάλη συμμετοχή έχουμε όταν ο ασκούμενος δουλεύει στο 25% της  $VO_{2max}$ . Τα λιπαρά οξέα είναι το κύριο καύσιμο του μυ που το ποσοστό συμμετοχής τους στην παραγωγή ενέργειας φτάνει το 80%. Καθώς η ένταση ανεβαίνει στο 65% η συμμετοχή των λιπών πέφτει στο 50% με ισοδύναμη χρήση λιπαρών οξέων και μυϊκών τριακυλογλυκερόλων. Ενώ όταν η ένταση φτάσει το 85% της  $VO_{2max}$  το ποσοστό συμμετοχής του λίπους πέφτει στο 25% ίσως και λιγότερο. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι η γλυκερόλη ως συστατικό έχει την ικανότητα αύξησης των επιπέδων νερού του σώματος πριν από την έναρξη της άσκησης, δράση η οποία επιφέρει

βελτιωμένες αλλαγές στις λειτουργίες της καρδιάς αλλά και στις διαδικασίες ρύθμισης της θερμοκρασίας σώματος (Williams, 2014).

Ακολουθούν οι βιταμίνες των οποίων η δράση και τα ευεργετικά αποτελέσματα είναι εξίσου διαδεδομένα. Αν και δεν αποτελούν πηγή ενέργειας έχουν ουσιαστικό ρόλο καθώς συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία αρκετών φυσιολογικών διεργασιών του οργανισμού, τα επίπεδα των οποίων αυξάνονται στη διάρκεια της άσκησης και έτσι καθιστούν τις βιταμίνες αναγκαίες για τη βέλτιστη στήριξη των λειτουργιών. Είναι ευρέως διαδομένο ότι συγκεκριμένες μορφές προπόνησης και ιδιαίτερα οι έντονες και επίπονες συχνά προκαλούν μυϊκές βλάβες και μυαλγίες. Παράλληλα, υπάρχει η θεωρία ότι οι βιταμίνες μέσα από την αντιοξειδωτική τους δράση προλαμβάνουν τις μυϊκές βλάβες στη διάρκεια της προπόνησης-άσκησης. Επομένως, μέσα από αυτή τη δράση των βιταμινών η οποία επιτρέπει στον ασκούμενο να συνεχίζει την προπόνηση πιο αποτελεσματικά χωρίς μυϊκές βλάβες, θεωρητικά οδηγεί σε βελτίωση των επιδόσεων (Williams, 2014). Επιπλέον, βοηθούν στην κάλυψη των αναγκών για τη δημιουργία, την επισκευή αλλά και τη συντήρηση της άλιπης μάζας του σώματος (Rodriguez et al. 2010). Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη Βιταμίνη D λόγω της δράσης της στα οστά, στην E που βοηθά την άσκηση σε υπόμετρο, στη C που έχει αντιοξειδωτικό ρόλο, στο συνένζυμο Q10 που θεωρείται ότι καθυστερεί την κόπωση και στο ginseng που θεωρείται ότι αναπτύσσει αντίσταση στο στρες, αυξάνει την απόδοση και επιταχύνει την αποκατάσταση (Williams, 2014).

Τέλος, γνωστά είναι και τα ανόργανα συστατικά που βοηθούν στη βελτίωση της απόδοσης μέσα από τις διάφορες διεργασίες και λειτουργίες που επιτελούν στον οργανισμό, οι οποίες μοιάζουν με εκείνες των βιταμινών. Μπορεί να μην αποτελούν πηγή ενέργειας ωστόσο ρυθμίζουν τη μυϊκή σύσπαση, τη μεταφορά του οξυγόνου, τη μετάδοση των νευρικών σημάτων και τη διατήρηση των αποθεμάτων νερού. Επίσης, είναι χρήσιμα και απαραίτητα για τη σύνθεση νέων ιστών που αφορούν την προπόνηση και την άσκηση, ενώ αποκαθιστούν και τις απώλειες που προκύπτουν από τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια ή μετά την έντονη άσκηση. Αυξημένες ανάγκες ασβεστίου έχουν οι αθλητές αντοχής και οι αθλήτριες που έχουν δευτεροπαθή αμηνόρροια και σιδήρου κατά την διάρκεια της έμμηνου ρύσης. Ακόμα, ανάγκη σιδήρου έχουν οι αθλήτριες της αντοχής εξαιτίας της συνεισφοράς του στη μεταφορά του οξυγόνου (Williams, 2014).

#### **5.1.1. Υπερτροφές πλούσιες σε υδατάνθρακες και απόδοση**

Γνωρίζουμε πως ο οργανισμός έχει την ικανότητα αποθήκευσης μεγάλου ποσού υδατανθράκων οι οποίοι χρειάζονται γιατί είναι το βασικό καύσιμο, κρατούν σταθερά τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, τα αποθέματα τους καθυστερούν την κόπωση και μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισης υπογλυκαιμίας (Williams 2014, Levine et al. 1924, Gordon et al. 1925). Η πρόσληψη τους έχει θετικά αποτελέσματα καθώς επηρεάζει την απόδοση αντοχής και οδηγεί σε μια βελτίωση 2-6% ενώ ταυτόχρονα μειώνει την έκταση της φλεγμονής που παρουσιάζεται μετά από άσκηση κατά 25-40% (Coyle et al. 1983, Carter et al. 2003, de Sousa et al. 2012, Scharhag et al. 2006). Όταν μάλιστα κατά τη διάρκεια της άσκησης λαμβάνεται ένα σύνολο πολλαπλών

υδατανθράκων φαίνεται πως το αποτέλεσμα είναι η βελτίωση του ρυθμού οξείδωσης τους (Jentjens et al. 2004).

Για τους παραπάνω λόγους και επειδή οι συστάσεις για την κατανάλωση υδατανθράκων κυμαίνονται σε γενικές γραμμές από 30 έως 60g / h, ενώ κάποιες προτείνουν μέχρι και 90g / h ανάλογα με τον τύπο υδατανθράκων που λαμβάνονται και τη διάρκεια της άσκησης που εκτελείται (Jeukendrup, 2014), η πατάτα που είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και αποτελεί σημαντική πηγή υδατανθράκων θεωρείται μια πολλά υποσχόμενη τροφή για τους αθλητές (Salvador et al. 2019) και μάλιστα η κατάποση του πουρέ πατάτας βοήθησε στη διατήρηση της συγκέντρωσης γλυκόζης στο αίμα, παρέχοντας ευκολία στη γαστρική εκκένωση και ενισχύοντας την απόδοση στην ποδηλασία. Επίσης, σύμφωνα με τον Gonzalez et al. (2015), η πρόσληψη τόσο της γλυκόζης όσο και της σακχαρόζης λειτουργεί ενάντια στην εξάντληση του γλυκογόνου του ήπατος κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης αντοχής.

Στην ίδια κλίμακα βρίσκεται και η μπανάνα που σύμφωνα με τον Mitchell et al. (2000) έχει θετική επίδραση στη γλυκαιμική απόκριση που εμφανίζεται πριν από την άσκηση, στην υπογλυκαιμία που είναι φυσικό επακόλουθο της άσκησης καθώς και στις μεταβολικές αποκρίσεις στην απόδοση 10χλμ. Επίσης, φαίνεται πως διαλύματα με παρουσία των υδατανθράκων και / ή ηλεκτρολυτών έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη κατακράτηση υγρών κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης πριν από άσκηση 60 λεπτών. Σύμφωνα με τον Nieman et al. (2015), η πρόσληψη μπανάνας έχει την ικανότητα να επιφέρει βελτίωση στην απόδοση ποδηλασίας 75km, να μειώσει τη χρήση και την οξείδωση των λιπαρών οξέων, να βελτιώσει και να ενισχύσει την αντιοξειδωτική ικανότητα. Ακόμα, η πρόσληψη υδατανθράκων βοηθάει στη μείωση της μεταβολικής διαταραχής και της φλεγμονής και μάλιστα αναφέρεται πως η πρόσληψη υδατανθράκων μέσα από κατάποση μπανανών ή ενός ροφήματος με ζάχαρη λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο τόσο στη μείωση του μεταβολισμού όσο και της φλεγμονής μετά από ποδηλασία 75 χιλιομέτρων (Nieman et al. 2018). Ακολουθεί το καρπούζι του οποίου ο χυμός σύμφωνα με έρευνα του Shanely et al. (2016) προκάλεσε αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα και σημαντική ενίσχυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας πλάσματος μετά από άσκηση, χωρίς όμως να επηρεάσει τους δείκτες φλεγμονής ή έμφυτης ανοσολογικής λειτουργίας. Επίσης, ο πουρές καρπουζιού κάλυψε πλήρως τις ενεργειακές απαιτήσεις της άσκησης και ενίσχυσε τα επίπεδα θρεπτικών συστατικών (L- κιτροουλίνη και L-αργινίνη).

### **5.1.2. Υπερτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες και απόδοση**

Σύμφωνα με τους Phillips και Van Loo (2011) ο ρόλος της πρωτεΐνης στη βελτίωση και την προώθηση της αθλητικής απόδοσης εξαρτάται από το αν και πόσο η άσκηση είναι αερόβια ή άσκηση αντίστασης. Αυτή η διαίρεση γίνεται διότι οι αθλητές αντίστασης θέλουν να επιτύχουν άμεση αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης και έτσι καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες πρωτεΐνης σε σχέση με τους αθλητές αντοχής για να αυξήσουν τις μυϊκές πρωτεΐνες. Ακόμα, φαίνεται πως η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών μπορεί να λειτουργήσει προληπτικά στην απώλεια άλιπης

μάζας σώματος σε περιόδους περιορισμένης πρόσληψης ενέργειας ανάλογα πάντα όμως το θερμιδικό έλλειμμα.

Για τους παραπάνω λόγους και επειδή οι συστάσεις για την κατανάλωση πρωτεΐνης για έναν ενήλικο είναι 0,8g ανά κιλό σωματικού βάρους και 1,2g για αθλητές, το αυγό θεωρείται καλή πηγή που μπορεί να ενισχύσει την απόδοση σε άσκηση αντίστασης. Ο Moore et al. (2009) αναφέρουν πως η πρόσληψη διατροφικής πρωτεΐνης βελτιώνει και ενισχύει την αναβολική επίδραση της άσκησης αντίστασης. Τα αποτελέσματα της έρευνας τους έδειξαν ότι η σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης ανταποκρίθηκε στην πρόσληψη διαιτητικής πρωτεΐνης και διεγέρθηκε στο μέγιστο με την κατάποση 20g πρωτεΐνης. Η αλβουμίνη αυξήθηκε και έφτασε επίσης σε ένα καλό επίπεδο με 20g πρωτεΐνης και η οξειδωση λευκίνης αυξήθηκε σημαντικά μετά την κατάποση 20 και 40g πρωτεΐνης. Συμπερασματικά, η πρόσληψη 20g άθικτης πρωτεΐνης είναι αρκετή για να προκαλέσει τη μέγιστη διέγερση της μυϊκής σύνθεσης και της σύνθεσης αλβουμίνης μετά από άσκηση αντίστασης. Ωστόσο επειδή η φωσφορυλίωση των πρωτεϊνών δεν αυξήθηκε με καμία δόση πρωτεΐνης που χρησιμοποιήθηκε, υπάρχει η άποψη ότι η διέγερση της μυϊκής σύνθεσης πρωτεΐνης μετά την άσκηση αντίστασης μπορεί να οφείλεται στη διαθεσιμότητα αμινοξέων.

Η Hida et al. (2012) σημείωσαν πως η καθημερινή συμπλήρωση υδατανθράκων ή πρωτεΐνης επέφερε αύξηση της μυϊκής δύναμης, αύξηση της άλιπης μάζας και βελτίωση της μέγιστης επανάληψης. Το μόνο ξεχωριστό αποτέλεσμα του συμπληρώματος πρωτεΐνης ήταν οι αυξήσεις της ουρίας και της συγκέντρωσης κιτρουλίνης στον ορό μετά από 8 εβδομάδες λήψης συμπληρωμάτων. Επίσης, το συμπλήρωμα πρωτεΐνης συσχετίστηκε με κάποιες αλλαγές στους μεταβολίτες των πρωτεϊνών.

Μια ακόμα πλούσια πηγή πρωτεϊνών είναι το γάλα. Ο West et al. (2017) υποστηρίζουν πως η πρόσληψη πρωτεΐνης ορού γάλακτος μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία καθαρής πρωτεΐνης ολόκληρου του σώματος και να βοηθήσει στην ανάκτηση της απόδοσης της άσκησης κατά τη διάρκεια μιας νύχτας μετά από άσκηση αντοχής. Μάλιστα αναφέρουν πως το καθαρό ισοζύγιο πρωτεΐνης βελτιώθηκε κατά τη διάρκεια της ολονύκτιας ανάκαμψης και 24 ώρες μετά. Μέσα από την έρευνα τους κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η πρόσληψη 25g πρωτεΐνης ορού γάλακτος μετά από βραδινή άσκηση αντίστασης μπορεί να βελτιώσει τον αναβολισμό ολόκληρου του σώματος μέσω της καλύτερης ισορροπίας καθαρής πρωτεΐνης που προκαλείται τη νύχτα μετά από 10 ώρες ξεκούρασης. Επίσης, η κατανάλωση επιπλέον 25g πρωτεΐνης ορού γάλακτος το επόμενο πρωί βοηθάει στη διατήρηση μεγαλύτερης ισορροπίας πρωτεΐνης ολόκληρου του σώματος κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάκτησης 24 ωρών. Τέλος, μπορεί να βοηθήσει και να βελτιώσει την απόδοση της άσκησης μετά από έντονη περίοδο άσκησης αντίστασης.

Η Josse et al. (2010) απέδειξαν πως όταν συνδυάζεται η πρόσληψη γάλακτος χωρίς λιπαρά (μετά την άσκηση) με έντονη άσκηση αντοχής τότε αυξάνεται περισσότερο η μυϊκή μάζα και η δύναμη, προκαλείται απώλεια μάζας λίπους και επέρχεται πιθανή μείωση του κύκλου εργασιών των γυναικών μετά από 12 εβδομάδες, έπειτα από σύγκριση με πρόσληψη ίσης ενέργειας υδατανθράκων. Συνεπώς, το γάλα αποτελεί

ένα αποτελεσματικό ποτό για αλλαγή στη σύνθεση του σώματος σε γυναίκες, σε συνδυασμό με προπόνηση αντίστασης.

Ο Hartman et al. (2007) στη μελέτη τους έδειξαν πως η κατάποση γάλακτος αύξησε τις μυϊκές ίνες τύπου II, τις μυϊκές ίνες τύπου I, το λίπος και την οστική μάζα. Επίσης, έδειξαν πως η χρόνια κατανάλωση γάλακτος μετά την άσκηση έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη μυϊκή υπερτροφία σε αρχάριους αρσιβαρίστες αφού καταναλωθεί στα πρώτα στάδια της προπόνησης αντίστασης.

Ο Wilkinson et al. (2007) ανέφεραν πως η κατάποση γάλακτος (με μακροθρεπτικά συστατικά 18g πρωτεΐνης, 750kJ) έχει θετική επίδραση στην ισορροπία καθαρής μυϊκής πρωτεΐνης και στη διατήρηση της μυϊκής μάζας μετά από εκτέλεση άσκησης αντίστασης σε υγιείς νεαρούς άνδρες. Η κατάποση γάλακτος προκάλεσε θετική καθαρή ισορροπία πρωτεΐνης και στις καμπύλες καθαρού ισοζυγίου έδειξε μεγαλύτερο συνολικό καθαρό υπόλοιπο, βελτίωσε το ρυθμό σύνθεσης των μυών και παρείχε μεγαλύτερη βοήθεια στη συγκέντρωση των πρωτεϊνών στους μύες μετά από άσκηση αντίστασης.

### **5.1.3. Υπερτροφές πλούσιες σε λιπαρά και απόδοση**

Γνωρίζουμε πως μέσα σε μία ώρα όπου τα επίπεδα της άσκησης είναι έντονα τα αποθέματα του γλυκογόνου μειώνονται και έτσι ξεκινάει η έντονη χρήση των ελεύθερων λιπαρών οξέων κάτι που προκαλεί τη μείωση της έντασης της άσκησης. Με άλλα λόγια, όσο αυξάνεται η διάρκεια της άσκησης τόσο αυξάνεται και η χρησιμοποίηση του λίπους κάτι που συναντάμε στα παρατεταμένα αγωνίσματα αντοχής όπου στα τελευταία στάδια μπορεί να προσφέρει μέχρι και το 90% της συνολικής ενέργειας του οργανισμού. Επίσης, μεγάλη συμμετοχή έχουμε όταν ο ασκούμενος δουλεύει στο 25% της  $\dot{V}O_{2max}$ . Τα λιπαρά οξέα είναι το κύριο καύσιμο του μυ που το ποσοστό συμμετοχής τους στη παραγωγή ενέργειας φτάνει το 80% (Williams, 2014).

Για τους παραπάνω λόγους ένα τρόφιμο που θεωρείται ότι έχει θετική επίδραση στην απόδοση άσκησης αντοχής είναι το ελαιόλαδο. Ο Caro et al. (2016) έδειξαν πως ένα ρόφημα ελαιόλαδου εμπλουτισμένο με α-τοκοφερόλη, docosahexaenoic και βιταμίνη E, μαζί με άσκηση δεν προκάλεσε κάποια σημαντική αλλαγή και βελτίωση στις παραμέτρους απόδοσης κατά την εκτέλεση μέγιστης άσκησης. Ωστόσο, σημειώθηκε αύξηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, μείωση των κορεσμένων λιπαρών οξέων στο πλάσμα, αύξηση της περιεκτικότητας των ερυθροκυττάρων DHA, διατήρηση των επιπέδων βασικού πλάσματος και πολυφαινόλης στο αίμα σε νέους αθλητές αλλά αύξηση των επιπέδων συγκέντρωσης πολυφαινόλης στο αίμα στους μεγαλύτερους αθλητές. Επίσης, φάνηκε η ικανότητα προστασίας από οξειδωτική βλάβη στους νέους αθλητές, η βελτίωση και η ενίσχυση των αντιοξειδωτικών ενζύμων στα μονοπύρνα κύτταρα περιφερικού αίματος σε νεαρούς αθλητές αφού συμμετέχουν σε άσκηση. Ωστόσο, λόγω του μικρού αριθμού των ατόμων που ολοκλήρωσαν την έρευνα τα αποτελέσματα είναι περιορισμένα και δεν μπορούν να ληφθούν υπόψιν καθώς σε μεγαλύτερη κλίμακα πιθανόν θα ήταν διαφορετικά. Η Esquius et al. (2019) έδειξαν πως το συμπλήρωμα έξτρα παρθένου ελαιόλαδου όταν

λαμβάνεται σε μέτριας έντασης άσκησης όπως η προοδευτική δοκιμή πεζοπορίας είναι ικανό να βελτιώσει και να αυξήσει τον καρδιοαναπνευστικό συντονισμό χωρίς να επηρεάζονται άλλοι φυσιολογικοί δείκτες.

#### **5.1.4. Υπερτροφές πλούσιες σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά**

Αν και δεν αποτελούν πηγή ενέργειας τόσο οι βιταμίνες όσο και τα ανόργανα συστατικά έχουν ουσιαστικό ρόλο καθώς συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία αρκετών φυσιολογικών διεργασιών του οργανισμού, τα επίπεδα των οποίων αυξάνονται στη διάρκεια της άσκησης και έτσι τα καθιστούν αναγκαία για τη βέλτιστη στήριξη των λειτουργιών. Είναι ευρέως διαδομένο ότι συγκεκριμένες μορφές προπόνησης και ιδιαίτερα οι έντονες και επίπονες συχνά προκαλούν μυϊκές βλάβες και μυαλγίες. Παράλληλα, υπάρχει η θεωρία ότι οι βιταμίνες μέσα από την αντιοξειδωτική τους δράση προλαμβάνουν τις μυϊκές βλάβες στη διάρκεια της προπόνησης-άσκησης (Williams, 2014). Επιπλέον, βοηθούν στην κάλυψη των αναγκών για τη δημιουργία, την επισκευή αλλά και τη συντήρηση της άλιπης μάζας του σώματος (Rodriguez et al. 2010). Από την άλλη, τα ανόργανα συστατικά ρυθμίζουν τη μυϊκή σύσπαση, τη μεταφορά του οξυγόνου, τη μετάδοση των νευρικών σημάτων και τη διατήρηση των αποθεμάτων νερού. Επίσης, είναι χρήσιμα και απαραίτητα για τη σύνθεση νέων ιστών που αφορούν την προπόνηση και την άσκηση, ενώ αποκαθιστούν και τις απώλειες που προκύπτουν από τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια ή μετά την έντονη άσκηση (Williams, 2014).

Για τους παραπάνω λόγους, τα βακκίνια αποτελούν τρόφιμο ικανό να ενισχύσει την απόδοση. Ο Park et al. (2018) στη μελέτη τους πραγματοποίησαν μέτρηση και καταγραφή χρόνου απόδοσης  $VO_{2max}$  και άσκησης, με πρόσληψη ή χωρίς συμπληρωμάτων βακκινίων και έδειξαν πως η  $VO_{2max}$  και ο χρόνος απόδοσης άσκησης παρουσίασαν αύξηση κατά τη διάρκεια που οι συμμετέχοντες λάμβαναν συμπληρώματα βακκινίων. Επίσης, σημείωσαν σημαντική μείωση των επιπέδων IL-6 και CRP κατά την περίοδο συμπληρώματος βακκινίων μετά την άσκηση.

Το ρόδι αποτελεί επίσης ένα καλό τρόφιμο για τη βελτίωση της απόδοσης. Ο Ammar et al. (2017) έδειξαν πως το συμπλήρωμα χυμού ροδιού μείωσε την αύξηση της μηλονδιαλδεϋδης (-12,5%,  $p < 0,01$ ) και αύξησε την ενζυματική (+ 8,6% για την καταλάση και + 6,8% για την υπεροξειδάση της γλουταθειόνης,  $p < 0,05$ ) και μη ενζυματική (+ 12,6% για το ουρικό οξύ και + 5,7% για τη συνολική χολερυθρίνη,  $p < 0,01$ ) αντιοξειδωτικές αποκρίσεις 3 λεπτά μετά την ολοκλήρωση της προπόνησης. Επιπλέον, κατά τη φάση αποκατάστασης (48 ωρών), το συμπλήρωμα χυμού ροδιού επιτάχυνε την κινητική ανάκτηση της μηλονδιαλδεϋδης (5,6%) και την ενζυματική αντιοξειδωτική άμυνα (9 έως 10%). Κατέληξαν λοιπόν στο γεγονός, ότι η συμπλήρωση χυμού ροδιού μπορεί να μετριάσει το οξειδωτικό στρες και να βελτιώσει τις αντιοξειδωτικές αντιδράσεις έως και 48 ώρες μετά από εντατική προπόνηση άρσης βαρών. Συνεπώς, αυτό μπορεί να βοηθήσει να μειωθούν οι αμβλίες οξειδωτικές αντιδράσεις στρες μετά από εντατικές συνεδρίες άρσης βαρών και έτσι να γίνεται καλύτερη και ταχύτερη ανάρρωση μεταξύ των προπονήσεων. Η Roelofs et al. (2017) έδειξαν πως ο χυμός ροδιού βελτίωσε σημαντικά την ικανότητα

σπριντ αμέσως μετά την άσκηση και αύξησε την ικανότητα πραγματοποίησης επαναλήψεων κόπωσης αμέσως και τριάντα λεπτά μετά την άσκηση. Επίσης παρατήρησαν ότι η διάμετρος των αγγείων σημείωσε σημαντική αύξηση τριάντα λεπτά μετά από τα επαναλαμβανόμενα σπριντ κάτι που επέφερε αλληλεπίδραση με τις επαναλήψεις κόπωσης αμέσως και 30 λεπτά μετά την άσκηση. Ταυτόχρονα αναφέρουν ότι ο χυμός ροδιού προκάλεσε σημαντική αύξηση στη μέση και τη μέγιστη ισχύ στο πέμπτο σπριντ. Κατέληξαν λοιπόν στο συμπέρασμα, ότι αφού η οξεία συμπλήρωση εκχυλίσματος ροδιού βελτίωσε τη διάμετρο των αγγείων και τη ροή του αίματος, μπορεί να οδηγήσει και σε αύξηση της απόδοσης της άσκησης λόγω της αυξημένης παροχής υποστρωμάτων και οξυγόνου.

Ακολουθεί το τζίντζερ το οποίο με τη σειρά του διεκδικεί θέση στις ομάδες τροφίμων που βελτιώνουν την απόδοση. Ο Hoseinzadeh et al. (2015) έδειξαν πως η κατάποση εκχυλίσματος τζίντζερ προκάλεσε σημαντική μείωση του πόνου πριν από την άσκηση, μετά από 24 και 48 ώρες. Επίσης, ανέφεραν πως η ιντερλευκίνη-6 παρουσίασε σημαντική αλλαγή πριν από την άσκηση και μετά από 1, 24 και 48 ώρες. Έτσι, το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν πως 2 γραμμάρια τζίντζερ μπορεί να έχουν αντιφλεγμονώδη και αναλγητική επίδραση στον καθυστερημένο μυϊκό κάματο. Οι Nakhostin-Roohi et al. (2016) σημείωσαν πως η συμπλήρωσης 150mg κουρκουμίνης αμέσως μετά από εντατική εκκεντρική άσκηση είχε ως αποτέλεσμα μειωμένα επίπεδα βιοδεικτών φλεγμονής στον ορό κρεατινική κινάση, αλανίνη αμινοτρανσφεράση και ασπαρτική αμινοτρανσφεράση. Ο Mashhadī et al. (2013) σημείωσαν μια μικρή μείωση της μηλονδιαδεύδης, σημαντική αύξηση στο ΔΜΣ και της απόδοσης άσκησης μετά από πρόσληψη διαιτητικού τζίντζερ σε γυναίκες που κάνουν taekwondo. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές με την πάροδο του χρόνου σε σύγκριση με πρόσληψη κανέλας ή εικονικού φαρμάκου.

Τέλος υπάρχει και η σπιρουλίνα, ένα φυτό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά που συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης. Ο Hernandez-Lepe et al. (2018) σημείωσαν μείωση στη σύνθεση του σώματος και βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και της καρδιακής ικανότητας σε υπέρβαρους και κυρίως σε παχύσαρκους. Ακόμα, η απώλεια βάρους, ο χρόνος επίτευξης της κόπωσης και η έναρξη της συσσώρευσης γαλακτικού στο αίμα παρουσίασαν βελτίωση μετά από τη λήψη συμπληρώματος *Spirulina maxima* σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα συστηματικής άσκησης. Η Kalafati et al. (2010) έδειξαν πως με κατάποση σπιρουλίνας ο χρόνος που μεσολαβούσε έως την κόπωση μετά το 2ωρο τρέξιμο ήταν σημαντικά μεγαλύτερος (2,05 +/- 0,68 έναντι 2,70 +/- 0,79 λεπτά). Επίσης, προκάλεσε σημαντική μείωση στο ρυθμό οξειδωσης υδατανθράκων κατά 10,3% και στον αυξημένο ρυθμό οξειδωσης λίπους κατά 10,9% κατά τη πραγματοποίηση του τρεξίματος 2 ωρών. Όσον αφορά τα επίπεδα μειωμένης γλουταθειόνης GSH παρουσίασαν αύξηση μετά από τη κατάποση της σπιρουλίνας σε κατάσταση ηρεμίας και 24 ώρες μετά την άσκηση. Κατέληξαν λοιπόν στο συμπέρασμα, πως η κατάποση συμπληρώματος σπιρουλίνας οδήγησε σε σημαντική αύξηση της απόδοσης της άσκησης, της οξειδωσης του λίπους και της συγκέντρωσης GSH ενώ ταυτόχρονα προκάλεσε εξασθένιση στην αύξηση της υπεροξειδωσης των λιπιδίων που είναι αποτέλεσμα της άσκησης.

## VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 6.1. Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα σχετικά με τη χρήση υπερτροφών για τη βελτίωση της απόδοσης και των παραμέτρων της ναι μεν είναι ενθαρρυντικά αλλά είναι περιορισμένα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο αριθμός των ερευνών που υπάρχει για το κάθε τρόφιμο (που ελέγχτηκε στην παρούσα ανασκόπηση) ξεχωριστά είναι πολύ μικρός. Επίσης, τόσο ο αριθμός όσο και το φύλο του δείγματος είναι περιοριστικό διότι στις περισσότερες μελέτες χρησιμοποιήθηκε αμιγώς ανδρικός πληθυσμός, ενώ οι μελέτες που εξέτασαν γυναικείο ή μεικτό πληθυσμό είναι ελάχιστες (8). Επιπλέον, ο αριθμός των ερευνών που χρησιμοποίησαν ομάδα ελέγχου ή/και διπλό-τυφλό και crossover σχεδιασμό είναι μικρός, ενώ οι περισσότερες μελέτες χρησιμοποίησαν αυστηρά αθλητές και επομένως δεν γνωρίζουμε την επίδραση των δόσεων σε άτομα που εκτελούν ήπια ή και καθόλου άσκηση. Έτσι, όλοι μαζί οι παραπάνω περιορισμοί δεν μας επιτρέπουν να καταλήξουμε σε καθαρά και γενικά συμπεράσματα.

Ωστόσο, όσον αφορά το ρόδι, το τζίντζερ και την πατάτα βρίσκονται σε καλύτερη θέση καθώς είναι από τα τρόφιμα για τα οποία υπάρχουν έρευνες και για τα δύο φύλα, με ικανοποιητικό αριθμό δειγμάτων, με ομάδα ελέγχου και με τυχαία κατανομή και διπλό-τυφλό crossover σχεδιασμό. Παρόλα αυτά, υπάρχουν μόνο δύο με τρεις έρευνες για το καθένα και έτσι τα στοιχεία αυτά χρειάζεται να επαληθευτούν καθώς ο αριθμός των ερευνών είναι περιορισμένος.

Στη βελτίωση της απόδοσης με χρήση υπερτροφών πλούσιων σε υδατάνθρακες (πατάτα, μπανάνα και καρπούζι) οι πειραματικές έρευνες έδειξαν θετική επίδραση ωστόσο το μειονέκτημα είναι ότι οι περισσότερες έρευνες δεν χρησιμοποίησαν ομάδα ελέγχου και η πλειοψηφία είχε για δείγμα μόνο ανδρικό πληθυσμό. Πιο συγκεκριμένα για την πατάτα υπάρχουν τρεις έρευνες εκ των οποίων οι δύο αφορούν μεικτό πληθυσμό ενώ δύο είχαν και τυχαίο σχεδιασμό. Για την μπανάνα υπάρχουν τέσσερις έρευνες όμως οι τρεις αφορούν ανδρικό πληθυσμό και μόνο δύο χρησιμοποίησαν τυχαίο σχεδιασμό. Για το καρπούζι υπάρχουν δύο έρευνες που αφορούν και οι δύο μόνο άνδρες. Η μία έχει ομάδα ελέγχου και η άλλη τυχαίο σχεδιασμό. Συνεπώς, χρειάζεται να γίνουν περαιτέρω έρευνες που να έχουν ομάδα ελέγχου για επαλήθευση των ευρημάτων και να αφορούν και το γυναικείο πληθυσμό.

Περνώντας στη βελτίωση της απόδοσης με υπερτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνη όπως είναι το γάλα, υπάρχουν 5 μελέτες που δείχνουν τα θετικά αποτελέσματα και οι τέσσερις από αυτές έχουν χρησιμοποιήσει τυχαίο σχεδιασμό κατανομής, ενώ οι τρεις έχουν και ομάδα ελέγχου. Παρόλα αυτά μόνο μία έρευνα ασχολήθηκε με τις γυναίκες. Από την άλλη, το αυγό παρά τα θετικά του αποτελέσματα έχει μόνο δύο έρευνες οι οποίες όμως καλύπτουν και τα δύο φύλα και έχουν και ομάδα ελέγχου. Συνεπώς, για το γάλα χρειάζεται να γίνουν έρευνες στο γυναικείο φύλο και για το αυγό χρειάζονται περισσότερες έρευνες γενικά αλλά και που θα χρησιμοποιούν τυχαίο σχεδιασμό.

Όσον αφορά τη βελτίωση της απόδοσης με χρήση υπερτροφών πλούσιων σε λιπαρά οξέα όπως είναι το ελαιόλαδο, υπάρχουν μόνο δύο έρευνες που χρησιμοποιούν μόνο άνδρες και μάλιστα μόνο η μια έχει ομάδα ελέγχου ενώ μόνο η άλλη έχει τυχαίο

σχεδιασμό. Συνεπώς, τα ευρήματα αν και θετικά υστερούν. Τέλος, για τη βελτίωση της απόδοσης μέσω των υπερτροφών πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά και βιταμίνες (βακκίνια, ρόδι, τζίντζερ, σπιρουλίνα) έχουμε θετικά αποτελέσματα. Παρόλα αυτά, οι έρευνες για τα βακκίνια είναι μόνο δύο και χρησιμοποιούν μόνο ανδρικό δείγμα ενώ μόνο η μία έχει ομάδα ελέγχου και τυχαίο σχεδιασμό. Παρόμοια και το ρόδι έχει μόνο δύο έρευνες, η μία με ανδρικό πληθυσμό και ομάδα ελέγχου και η άλλη με μεικτό πληθυσμό και τυχαίο σχεδιασμό. Σε παρόμοια κλίμακα είναι και η σπιρουλίνα, που έχει μόνο δύο έρευνες, χρησιμοποιεί μόνο ανδρικό πληθυσμό αλλά και οι δύο έρευνες έχουν ομάδα ελέγχου και τυχαίοποιημένο σχεδιασμό. Κλείνουμε με το τζίντζερ που βρίσκεται σε καλύτερο επίπεδο καθώς υπάρχουν τρεις έρευνες, υπάρχει τουλάχιστον μία και για τα δύο φύλα, και μάλιστα και οι τρεις χρησιμοποιούν ομάδα ελέγχου ενώ οι δύο έχουν και τυχαίο σχεδιασμό.

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα, ότι δεν υπάρχουν ολοκληρωμένα στοιχεία που να μπορούν να οδηγήσουν στη σύσταση χρήσης υπερτροφών για τη βελτίωση της απόδοσης. Φαίνεται όμως από τις περισσότερες μελέτες πως οι υπερτροφές έχουν θετική επίδραση στις παραμέτρους άσκησης κάτι που θα μπορούσε να επηρεάσει θετικά την συνολική απόδοση.

Το παράδοξο είναι πως στην προσπάθεια αναζήτησης άρθρων με τη χρήση του όρου “superfood” οι μηχανές αναζήτησης εμφάνιζαν πρώτα αποτελέσματα ερευνών για την υγεία και μάλιστα έβρισκαν πολλά περισσότερα άρθρα τα οποία αφορούσαν την χρήση των υπερτροφών στην υγεία παρά στην απόδοση. Αν αναλογιστούμε την μεγάλη φήμη που υπάρχει γύρω από τις υπερτροφές και τα θετικά τους αποτελέσματα, περιμένουμε να βρούμε πολλές έρευνες οι οποίες τα υποστηρίζουν ανάλογα και εξηγούν τον τρόπο επίδρασης τους. Αντιθέτως κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει, καθώς όπως ήδη αναφέρθηκε η διεθνής έρευνα γύρω από το κάθε τρόφιμο είναι πολύ περιορισμένη όσον αφορά την επίδραση τους στην απόδοση. Αν ωστόσο η ίδια αναζήτηση πραγματοποιηθεί στη μηχανή αναζήτησης Google, τότε τα αποτελέσματα που εμφανίζονται είναι χιλιάδες και χωρίς να ελέγχεται η πηγή στην οποία βασίζονται αυτά τα δεδομένα, η φήμη συνεχίζει να εξαπλώνεται.

Το σίγουρο είναι πως οι αθλητές στην προσπάθειά τους να βελτιώσουν την απόδοση τους έχουν σύμμαχο τη σωστή διατροφή που με όλα τα θρεπτικά συστατικά της εξασφαλίζει την υγεία και την ομαλή λειτουργία του οργανισμού. Επίσης, σημαντικό είναι πως κάποια από τα συστατικά της δρουν προληπτικά ενάντια των τραυματισμών και συμβάλλουν στην καλύτερη και ταχύτερη αποκατάσταση που οδηγεί ξανά στις προπονήσεις και συνεπώς στη διατήρηση των αθλητών στο επίπεδο τους. Πολλές από τις παραπάνω έρευνες φρόντισαν να καθοδηγήσουν τους συμμετέχοντες για τη διατροφική ρουτίνα που θα ακολουθούσαν, ενώ πολλές, τους ζήτησαν να μην αλλάξουν τίποτα στην καθημερινότητά τους, απλώς να καταγράφουν τα γεύματά τους ώστε να εξασφαλίζουν πως οι αλλαγές που σημειώθηκαν οφείλονταν στις υπερτροφές και όχι σε κάποιον άλλον παράγοντα.

Ωστόσο, το ερώτημα που τίθεται εδώ είναι τι είναι αυτό που τελικά κάνει μια τροφή υπερτροφή. Είναι τα πολλά θρεπτικά συστατικά, είναι οι μεγάλες ποσότητες των θρεπτικών συστατικών ή μήπως αρκεί η μεγάλη ποσότητα ενός θρεπτικού συστατικού μόνο; Και γιατί τελικά ονομάζουμε ένα τρόφιμο υπερτροφή αν μπορεί να

βοηθήσει συγκεκριμένες ομάδες ανθρώπων; Για παράδειγμα είδαμε πως η μπανάνα βοηθάει στη βελτίωση της απόδοσης στους αθλητές αντοχής, όμως τι συμβαίνει με τους αθλητές που χρειάζονται ενίσχυση της μυϊκής δύναμης;

## **6.2. Προτάσεις**

Είναι εμφανές πως η διεξαγωγή περαιτέρω ερευνών όσον αφορά τη χρήση των υπερτροφών στη βελτίωση της απόδοσης είναι απαραίτητη. Στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία, το μειονέκτημα είναι πως μεγάλο μέρος του δείγματος δεν είναι ομοιογενές ως προς το φύλο, κυρίως χρησιμοποιούνται ενήλικες αθλητές και σχεδόν καθόλου άτομα με ήπια ή καθόλου συμμετοχή στην άσκηση ενώ υπάρχει και διαφορά στα ωράρια κατάποσης και στη διάρκεια της παρέμβασης. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να αποσαφηνίσουν την ύπαρξη (ή μη) διαφορών ανάμεσα στα δύο φύλα, τους ενήλικες και τους έφηβους, τους αθλητές και τους ασκούμενους (και μη ασκούμενους), τα διάφορα είδη άσκησης καθώς και τα διαφορετικά είδη και ποσότητες των διατροφικών παρεμβάσεων.

Πέρα από αυτά, μεγάλο ενδιαφέρον και χρησιμότητα θα είχαν έρευνες όσον αφορά τις διατροφικές παρεμβάσεις με χρήση υπερτροφών στην αποκατάσταση τραυματισμών σε αθλητές.

## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρικόπουλος, Ν. (2015). Τροφογνωσία: Περιγραφική Χημεία & Τεχνολογία Τροφίμων. [e-βιβλίο] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο από:  
[https://repository.kallipos.gr/pdfviewer/web/viewer.html?file=/bitstream/11419/4696/1/TROFOGNOSIA\\_BIBLIO-KOY.pdf](https://repository.kallipos.gr/pdfviewer/web/viewer.html?file=/bitstream/11419/4696/1/TROFOGNOSIA_BIBLIO-KOY.pdf)
2. Βασιλειάδης, Ι. (2015). ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Κουτσούκου, Α., Βασιλειάδης, Ι., Ροβίνα, Ν., Ποντίκης, Κ., Ντάγανου, Μ., Αυγεροπούλου, Σ., Κυριακοπούλου, Μ., Ρωμανού, Β. 2015. Βασικές αρχές εντατικής θεραπείας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 29. Διαθέσιμο στο:  
<http://hdl.handle.net/11419/5944>
3. Βουδούρη, Ε. (2000). Εισαγωγή στη Χημεία Τροφίμων, Εκδόσεις ΟΕΔΒ, Αθήνα (2000), σελ. 34-41, 87-95, 119-131
4. Γαλανός, Δ. (2001). Η διατροφή μας σήμερα. Εκδόσεις Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα (2001), σελ. 25-39.
5. Κατσιλάμπρος, Ν., Ρώμα-Γιαννίκου Ε., Μακρυλάκης Κ., Ιωαννίδης Ι., (2010). Κλινική Διατροφή. 2η Έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις ΒΗΤΑ
6. Κλεισούρας, Β. (2011). Εργοφυσιολογία, 11<sup>η</sup> Έκδοση, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης
7. Κυπαρισσίου, Π. (2001). Γνωρίζοντας τα τρόφιμα. Εκδόσεις Les Livres du Tourisme, Αθήνα (2001), σελ.45-49, 145-151.
8. Μανιός, Γ. (2006). Διατροφική αξιολόγηση. Εκδόσεις Πασχαλίδη, Αθήνα (2006), σελ. 32-45.
9. Οικονομίδου-Πιερίδου Χ. (2012). Γίνε ο διαιτολόγος του εαυτού σου. Εκδόσεις Διόπτρα, Αθήνα, σελ. 37-48
10. Στεργιούλας, Απ. (2005). << Βιολογία της Άσκησης>>, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα(2005), σελ. 68-81.
11. Τριχοπούλου Α. (2015). Μεσογειακή διατροφή, παραδοσιακά μεσογειακά προϊόντα και υγεία. Εκδόσεις Ελληνική Επιθεώρηση ΔιαιτολογίαςΔιατροφής, Αθήνα, σελ.56-64.
12. Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ Εθνική βάση δεδομένων θρεπτικών συστατικών USDA για τυπική αναφορά, Έκδοση 27. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
13. Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ, Υπηρεσία Γεωργικής Έρευνας, Ιστότοπος Εργαστηρίου Διατροφικών Δεδομένων USDA στο Διαδίκτυο

- [Internet] Beltsville, MD: Εθνική βάση δεδομένων θρεπτικών ουσιών USDA για τυπική αναφορά, Έκδοση 24; Ιστότοπος USDA.  
 Διαθέσιμο: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/>.
14. Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ, Υπηρεσία Γεωργικής Έρευνας, Laboratory Data Nutrient Data USDA. (2007). 9 Ικανότητα απορρόφησης ρίζας οξυγόνου (ORAC) επιλεγμένων τροφίμων - 2007.
  15. Akashi, K., Miyake, C., Yokota, A., (2001). Η κιτρουλλίνη, μια νέα συμβατή διαλυμένη ουσία σε φύλλα άγριου καρπουζιού ανθεκτική στην ξηρασία, είναι ένας αποτελεσματικός καθαριστής ριζών υδροξυλίου. *FEBS Lett.*, 508 (3), 438–442. doi: 10.1016 / S0014-5793 (01) 03123-4.
  16. Al-Batshan, H., Al-Mufarrej, S., Al-Homaidan, A., Qureshi, M., (2001). Ενίσχυση της φαγοκυτταρικής λειτουργίας του μακροφάγου κοτόπουλου και της παραγωγής νιτρώδους από τη διατροφική *Spirulina platensis*. *Immunopharmacol & Immunotoxicology*, 23 (2), 281-289.
  17. Al-Dhabi, N. (2013). Ανάλυση βαρέων μετάλλων σε εμπορικά προϊόντα *Spirulina* για ανθρώπινη κατανάλωση. *Saudi J Biolog Sc.*, 20 (4), 383-388.
  18. Ali, BH, Blunden, G., Tanira, MO, Nemmar, A. (2008). Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review of recent research. *Food Chem Toxicol.* 46 (2), 409-20. doi:10.1016/j.fct.2007.09.085.
  19. Atkinson, FS, Foster-Powell, K., & Brand-Miller, JC (2008). Διεθνείς πίνακες τιμών γλυκαιμικού δείκτη και γλυκαιμικού φορτίου: 2008. *Φροντίδα του διαβήτη*, 31 (12), 2281–2283. <https://doi.org/10.2337/dc08-1239>
  20. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada. (2001). Joint Potition Statement: nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc.*, 32 (12), 2130-45.
  21. Ammar, A., Turki, M., Hammouda, O., Chtourou, H., Trabelsi, K., Bouaziz, M., Abdelkarim, O., Hoekelmann, A., Ayadi, F., Souissi, N., Bailey, SJ, Driss, T., & Yaich, S. (2017). Επιδράσεις του συμπληρώματος χυμού ροδιού στους βιοδείκτες οξειδωτικού στρες μετά την άσκηση άρσης βαρών. *Θρεπτικά συστατικά*, 9 (8), 819. <https://doi.org/10.3390/nu9080819>
  22. Aviram, M., Rosenblat, M., Gaitini, D., Nitecki, S., Hoffman, A., Dornfeld, L., Volkova, N., Presser, D., Attias, J., Liker, H., Hayek, T. (2004). Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clin Nutr.*, 23 (3), 423-33. doi: 10.1016/j.clnu.2003.10.002.

23. Azadzoi, KM, Schulman, RN, Aviram, M., Siroky, MB. (2005). Oxidative stress in arteriogenic erectile dysfunction: prophylactic role of antioxidants. *J Urol.*, 174 (1), 386-93. doi: 10.1097/01.ju.0000161209.39959.67. PMID: 15947695.
24. Barron, B., Torres – Valencia, J., Chamorro – Cevallos, G., Zuniga – Estrada, A. (2008). Spirulina ως αντιοξικός παράγοντας. Σε: Belay G, Belay A. Spirulina στην ανθρώπινη διατροφή και υγεία. *CRC Press, Taylor & Francis Group, 2008*, 227-242.
25. Basu, A., Devaraj, S., Jialal, I. (2006). Dietary factors that promote or retard inflammation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.*, 26 (5), 995-1001. doi: 10.1161/01.ATV.0000214295.86079.d1.
26. Bauer, JM, Verlaan, S., Bautmans, I., Brandt, K., Donini, LM, Maggio, M., McMurdo, ME, Mets, T., Seal, C., Wijers, SL, Ceda, GP, De Vito, G., Donders, G., Drey, M., Greig, C., Holmbäck, U., Narici, M., McPhee, J., Poggiogalle, E., Power, D., Scafoglieri, A., Schultz, R., Sieber, CC, Cederholm, T. (2015). Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.*, 16 (9), 740-7. doi: 10.1016/j.jamda.2015.05.021.
27. Beattie, JH, Nicol, F., Gordon, MJ, Reid, MD, Cantlay, L., Horgan, GW, Kwun, IS, Ahn, JY, Ha, TY. (2011). Ginger phytochemicals mitigate the obesogenic effects of a high-fat diet in mice: a proteomic and biomarker network analysis. *Mol Nutr Food Res.*, 55 (Suppl 2), S203-13. doi: 10.1002/mnfr.201100193.
28. Beauchamp, GK, Keast, RS, Morel, D., Lin, J., Pika, J., Han, Q., Lee, CH, Smith, AB, Breslin, PA. (2005). Phytochemistry: ibuprofen-like activity in extra-virgin olive oil. *Nature.*, 437 (7055), 45-6. doi: 10.1038/437045a. PMID: 16136122.
29. Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, AM, Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., & Lercker, G. (2007). Φαινολικά μόρια στα παρθένα ελαιόλαδα: έρευνα των αισθητηριακών ιδιοτήτων τους, των επιπτώσεων στην υγεία, της αντιοξειδωτικής δράσης και των αναλυτικών μεθόδων. Μια επισκόπηση της τελευταίας δεκαετίας. *Molecules (Βασιλεία, Ελβετία)*, 12 (8), 1679–1719. <https://doi.org/10.3390/12081679>
30. Biesalski, H. & Grimm, P. (2008). Εγχειρίδιο Διατροφής, (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Παπαβασιλείου Α.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης
31. Bo, B. (2015). Research on the Influence of Anti-fatigue Effect and Movement Ability of Blueberry Polysaccharides on Aged Mice. *The open biomedical*

*engineering journal*, 9, 314–317.

<https://doi.org/10.2174/1874120701509010314>

32. Brand Miller, J. (1994). The importance of glycemic index in diabetes. *Am J Clin Nutr.*, 59 (suppl), 747S–752S.
33. Brown, J., (2016). Η Διατροφή στον Κύκλο της Ζωής. (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Κανέλλου Α., Μαράκη Α., & Γραμματικοπούλου Μ.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός
34. Burd, NA, Tang, JE, Moore, DR, Phillips, SM. (2009). Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *J Appl Physiol.*, 106 (5), 1692-701. doi: 10.1152/jappphysiol.91351.2008.
35. Calvani, R., Miccheli, A., Landi, F., Bossola, M., Cesari, M., Leeuwenburgh, C., Sieber, CC, Bernabei, R., & Marzetti, E. (2013). Τρέχουσες διατροφικές συστάσεις και νέες διατροφικές στρατηγικές για τη διαχείριση της σαρκοπενίας. *Το περιοδικό αδυναμίας και γήρανσης*, 2 (1), 38-53.
36. Capó, X., Martorell, M., Sureda, A., Riera, J., Drobnic, F., Tur, JA, & Pons, A. (2016). Επιδράσεις συμπλήρωμα διατροφής ποτών με βάση το αμύγδαλο και το ελαιόλαδο Docosahexaenoic- και βιταμίνη E-εμπλουτισμένο στη φλεγμονή που σχετίζεται με την άσκηση και την ηλικία. *Nutrients*, 8 (10), 619. <https://doi.org/10.3390/nu8100619>
37. Capó, X., Martorell, M., Busquets-Cortés, C., Sureda, A., Riera, J., Drobnic, F., Tur, JA, Pons, A. (2016). Effects of dietary almond- and olive oil-based docosahexaenoic acid- and vitamin E-enriched beverage supplementation on athletic performance and oxidative stress markers. *Food Funct.*, 7 (12), 4920-4934. doi: 10.1039/c6fo00758a. PMID: 27841405.
38. Carter, J., Jeukendrup, AE, Mundel, T., Jones, DA. (2003). Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. *Pflugers Arch.*, 446 (2), 211-9. doi: 10.1007/s00424-003-1020-4.
39. Casamenti, F., Stefani, M. (2017). Olive polyphenols: new promising agents to combat aging-associated neurodegeneration. *Expert Rev. Neurother.*, 17 (4), 345-358. doi: 10.1080/14737175.2017.1245617.
40. Cicerale, S., Lucas, LJ, Keast, RSJ. (2012). Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil. *Curr Opin Biotechnol.*, 23 (2), 129-35. doi: 10.1016/j.copbio.2011.09.006.
41. Colomer, R., Menéndez, JA. (2006). Mediterranean diet, olive oil and cancer. *Clin Transl Oncol.*, 8 (1), 15-21. doi: 10.1007/s12094-006-0090-0. PMID: 16632435.
42. Coyle, EF, Hagberg, JM, Hurley, BF, Martin, WH, Ehsani, AA, Holloszy, JO. (1983). Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay

- fatigue. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.*, 55 (1 Pt 1), 230-5. doi: 10.1152/jappl.1983.55.1.230. PMID: 6350247.
43. Daugherty, B. (2011). Superfoods: Τα πιο υγιεινά τρόφιμα στον πλανήτη. *J Nutr Educ Behav.*, 43 (3), 207.e7
  44. Dereci, S., Orhan, F., Koca, T., Akcam, M. (2015). Prevalence of blueberry allergy in a Turkish population. *Ann Allergy Asthma Immunol.*, 114 (3), 259-60. doi: 10.1016/j.anai.2014.12.016. PMID: 25744908.
  45. de Sousa, MV, Madsen, K., Fukui, R., Santos, A., da Silva, ME. (2012). Carbohydrate supplementation delays DNA damage in elite runners during intensive microcycle training. *Eur J Appl Physiol.*, 112 (2), 493-500. doi: 10.1007/s00421-011-2000-6.
  46. Devalaraja, S., Jain, S., Yadav, H. (2011). Εξωτικά φρούτα ως θεραπευτικά συμπληρώματα για τον διαβήτη, την παχυσαρκία και το μεταβολικό σύνδρομο. *Food Res Int.*, 44, 1856-1865.
  47. deWit, S. (2013). Βασικές Αρχές και Δεξιότητες της Νοσηλευτικής Φροντίδας, (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Κοτρώτσιου Ε.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός
  48. Drewnowski, A., Fulgoni, VL. (2014). Πυκνότητα θρεπτικών συστατικών: αρχές και εργαλεία αξιολόγησης. *Am J Clin Nutr.*, 99 (5Suppl), 1223S–8S. doi: 10.3945 / ajcn.113.073395
  49. Dugasani, S., Pichika, MR, Nadarajah, VD, Balijepalli, MK, Tandra, S., Korlakunta, JN. (2010). Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol. *J Ethnopharmacol*, 127 (2), 515-20. doi: 10.1016/j.jep.2009.10.004.
  50. Esquius, L., Garcia-Retortillo, S., Balagué, N., Hristovski, R., & Javierre, C. (2019). Φυσιολογικές και σχετιζόμενες με την επίδραση επιπτώσεις της οξείας συμπλήρωσης ελαιολάδου σε μέτρια ένταση άσκησης. *Εφημερίδα της Διεθνούς Εταιρείας Αθλητικής Διατροφής*, 16 (1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0279-6>
  51. Feldman, JM, and Lee, EM. (1985). Serotonin content of foods: effect on urinary excretion of 5-hydroxyindoleacetic acid. *Am J Clin Nutr.*, 42 (4), 639-43. doi: 10.1093/ajcn/42.4.639. PMID: 2413754.
  52. FOOD US. Drug Administration Code of Federal Regulations Title 21. Department of Health and Human Services, ed. 21CFR20157. Washington: US Food and Drug Administration; (2014).
  53. Gann, PH, Ma, J., Giovannucci, E., Willett, W., Sacks, FM, Hennekens, CH, Stampfer, MJ. (1999). Χαμηλότερος κίνδυνος καρκίνου του προστάτη σε άνδρες με αυξημένα επίπεδα λυκοπένιου στο πλάσμα: Αποτελέσματα μιας προοπτικής ανάλυσης. *Cancer Res.*, 59 (6), 1225–1230.

54. García-Gavilán, JF, Bulló, M., Canudas, S., Martínez-González, MA, Estruch, R., Giardina, S., Fitó, M., Corella, D., Ros, E., Salas-Salvadó, J. (2018). Extra virgin olive oil consumption reduces the risk of osteoporotic fractures in the PREDIMED trial. *Clin Nutr.*, 37 (1), 329-335. doi: 10.1016/j.clnu.2016.12.030.
55. Garlick, PJ. (2005). The role of leucine in the regulation of protein metabolism. *J Nutr.*, 135 (6 Suppl), 1553S-6S. doi: 10.1093/jn/135.6.1553S. PMID: 15930468.
56. Gershwin, M., Belay, A. (2008). *Spirulina στην ανθρώπινη διατροφή και υγεία*. London, CRC Press, Taylor & Francis Group. 2008, 28-50.  
<https://doi.org/10.1201/9781420052572>
57. Ghavipour, M., Saedisomeolia, A., Djalali, M., Sotoudeh, G., Eshraghyan, MR, Moghadam, AM, Wood, LG. (2013). Η κατανάλωση χυμού ντομάτας μειώνει τη συστηματική φλεγμονή σε υπέρβαρα και παχύσαρκα θηλυκά. *Br. J. Nutr.*, 109 (11), 2031–2035. doi: 10.1017 / S0007114512004278.
58. Gibney, M., Voster, H., Kok, F. (2015). Εισαγωγή στη Διατροφή του Ανθρώπου. 2η Έκδοση. (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Μάταλα Α., Γιαννακούλια Μ.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε.
59. Gibson, S., Kurilich, A.C. (2012). The nutritional value of potatoes and potato products in the UK diet. *Nutrition Bulletin*, 38, 389–399
60. González-Correa, JA, Navas, MD, Muñoz-Marín, J., Trujillo, M., Fernández-Bolaños, J., de la Cruz, JP. (2008). Effects of hydroxytyrosol and hydroxytyrosol acetate administration to rats on platelet function compared to acetylsalicylic acid. *J Agric Food Chem.*, 56 (17), 7872-6. doi: 10.1021/jf801502z.
61. Gonzalez, JT, Fuchs, CJ, Smith, FE, Thelwall, PE, Taylor, R., Stevenson, EJ, Trenell, MI, Cermak, NM, van Loon, LJ. (2015). Η κατάποση της γλυκόζης ή της σακχαρόζης αποτρέπει την εξάντληση του ήπατος αλλά όχι του γλυκογόνου των μυών κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης τύπου αντοχής σε εκπαιδευμένους ποδηλάτες. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*, 309 (12), E1032 – E1039, 2015. doi: 10.1152 / ajpendo.00376.2015.
62. Gordon, B., Kohn, LA, Levine, SA, Matton, M., Scriver, WM, Whiting, WB. (1925). Περιεκτικότητα σε σάκχαρο στο αίμα σε δρομείς μετά από έναν αγώνα μααραθωνίου: Με ιδιαίτερη αναφορά στην πρόληψη της υπογλυκαιμίας: Περαιτέρω παρατηρήσεις. *TZAMA*, 85 (7), 508–509. doi: 10.1001 / jama.1925.02670070028009.
63. Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., Wozniak, M., & Gorska-Ponikowska, M. (2018). Πιθανά οφέλη για την υγεία από το ελαιόλαδο και τις πολυφαινόλες των φυτών. *Διεθνές περιοδικό μοριακών επιστημών*, 19 (3), 686.

<https://doi.org/10.3390/ijms19030686>

64. Granic, A., Hurst, C., Dismore, L., Aspray, T., Stevenson, E., Witham, MD, Sayer, AA, & Robinson, S. (2020). Γάλα για την υγεία των σκελετικών μυών και τη σαρκοπενία σε ηλικιωμένους ενήλικες: Μια αφηγηματική κριτική. *Κλινικές παρεμβάσεις στη γήρανση*, 15, 695-714. <https://doi.org/10.2147/CIA.S245595>
65. Gregorio, L., Brindisi, J., Kleppinger, A., Sullivan, R., Mangano, KM, Bihuniak, JD, Kenny, AM, Kerstetter, JE, & Insogna, KL. (2014). Η επαρκής διαιτητική πρωτεΐνη σχετίζεται με καλύτερη φυσική απόδοση μεταξύ των γυναικών μετά την εμμηνόπαυση 60-90 ετών. *Το περιοδικό της διατροφής, της υγείας και της γήρανσης*, 18 (2), 155-160. <https://doi.org/10.1007/s12603-013-0391-2>
66. Glynn, EL, Fry, CS, Drummond, MJ, Timmerman, KL, Dhanani, S., Volpi, E., & Rasmussen, BB. (2010). Η υπερβολική πρόσληψη λευκίνης ενισχύει τη μυϊκή αναβολική σηματοδότηση αλλά όχι τον καθαρό αναβολισμό πρωτεϊνών σε νεαρούς άνδρες και γυναίκες. *Η Εφημερίδα της διατροφής*, 140 (11), 1970-1976. <https://doi.org/10.3945/jn.110.127647>
67. Guasch-Ferré, M., Hu, FB, Martínez-González, MA, Fitó, M., Bulló, M., Estruch, R., Ros, E., Corella, D., Recondo, J., Gómez-Gracia, E., Fiol, M., Lapetra, J., Serra-Majem, L., Muñoz, MA, Pintó, X., Lamuela-Raventós, RM, Basora, J., Buil-Cosiales, P., Sorlí, JV, Ruiz-Gutiérrez, V., Alfredo-Martinez, T., Salas-Salvadó, J. (2014). Η πρόσληψη ελαιολάδου και ο κίνδυνος καρδιαγγειακών παθήσεων και θνησιμότητας στη μελέτη PREDIMED. *BMC Medicine*, 12, 78. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-12-78>
68. Haffner, SM. (2003). Insulin resistance, inflammation, and the prediabetic state. *Am J Cardiol.*, 92 (4A), 18J-26J. doi: 10.1016/s0002-9149(03)00612-x. PMID: 12957323.
69. Hanach, NI, McCullough, F., & Avery, A. (2019). Ο αντίκτυπος της πρόσληψης πρωτεΐνης γαλακτοκομικών προϊόντων στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη και τη φυσική απόδοση σε μεσήλικες έως ηλικιωμένους ενήλικες με ή χωρίς υπάρχουσα σαρκοπενία: Μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση. *Πρόοδοι στη διατροφή (Bethesda, Md.)*, 10 (1), 59–69. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy065>
70. Hartman, JW, Tang, JE, Wilkinson, SB, Tarnopolsky, MA, Lawrence, RL, Fullerton, AV, Phillips, SM. (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr.*, 86 (2), 373-81. doi: 10.1093/ajcn/86.2.373. PMID: 17684208.
71. Haug, A., Høstmark, AT, & Harstad, OM. (2007). Βόειο γάλα στη διατροφή του ανθρώπου - μια αναθεώρηση. *Λιπίδια στην υγεία και τις ασθένειες*, 6, 25. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-6-25>

72. Hayashi, K., Hayashi, T., Morita, N., Kojima, I. (1993). Ένα εκχύλισμα από το *Spirulinaplatensis* είναι ένας εκλεκτικός αναστολέας της διείσδυσης του ιού του απλού έρπητα τύπου 1 στα κύτταρα HeLa. *Phytoth Res.*, 7 (1), 76-80.
73. Hayashi, T., Hayashi, K., Maeda, M., Kojima, I. (1996). Ασβέστιο σπιρουλάνη, ένας αναστολέας της αντιγραφής του ιού, από μια γαλαζοπράσινη άλγη *Spirulina platensis*. *J Nat Prod.*, 59 (1), 83-87.
74. Hernández-Lepe, MA, López-Díaz, JA, Juárez-Oropeza, MA, Hernández-Torres, RP, Wall-Medrano, A., & Ramos-Jiménez, A. (2018). Επίδραση του μέγιστου συμπληρώματος *Arthrospira* (*Spirulina*) και ενός συστηματικού προγράμματος σωματικής άσκησης στη σύνθεση του σώματος και στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα υπέρβαρων ή παχύσαρκων θεμάτων: Μια δοκιμή διπλού τυφλού, τυχαίου και ελεγχόμενου Crossover. *Θαλάσσια ναρκωτικά*, 16 (10), 364. <https://doi.org/10.3390/md16100364>
75. Hida, A., Hasegawa, Y., Mekata, Y., Usuda, M., Masuda, Y., Kawano, H., & Kawano, Y. (2012). Επιδράσεις των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης λευκού αυγού στη μυϊκή δύναμη και στις συγκεντρώσεις αμινοξέων χωρίς ορό. *Nutrients*, 4 (10), 1504–1517. <https://doi.org/10.3390/nu4101504>
76. Hord, NG, Tang, Y., Bryan, NS. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr.*, 90 (1), 1-10. doi: 10.3945/ajcn.2008.27131.
77. Hoseinzadeh, K., Daryanoosh, F., Baghdasar, PJ, & Alizadeh, H. (2015). Οξείες επιδράσεις του εκχυλίσματος τζίντζερ στα βιοχημικά και λειτουργικά συμπτώματα καθυστερημένης εμφάνισης μυϊκού πόνου. *Ιατρικό περιοδικό της Ισλαμικής Δημοκρατίας του Ιράν*, 29, 261.
78. Hurst, RD, Wells, RW, Hurst, SM, McGhie, TK, Cooney, JM, Jensen, DJ. (2010). Blueberry fruit polyphenolics suppress oxidative stress-induced skeletal muscle cell damage in vitro. *Mol Nutr Food Res.*, 54 (3), 353-63. doi: 10.1002/mnfr.200900094. PMID: 19885847.
79. Jackman, SR, Witard, OC, Philp, A., Wallis, GA, Baar, K., & Tipton, KD. (2017). Η κατάποση αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας διεγείρει τη σύνθεση πρωτεϊνών μυοϊνών μυών μετά από άσκηση αντίστασης στους ανθρώπους. *Σύνορα στη φυσιολογία*, 8, 390. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00390>
80. James, L. (2012). Milk protein and the restoration of fluid balance after exercise. *Med Sport Sci.*, 59, 120-6.
81. James, LJ, Stevenson, EJ, Rumbold, PLS, Hulston, CJ. (2019). Cow's milk as a post-exercise recovery drink: implications for performance and health. *Eur J*

- Sport Sci.*, 19 (1), 40-48. doi: 10.1080/17461391.2018.1534989.
82. Jentjens, RL, Moseley, L., Waring, RH, Harding, LK, Jeukendrup, AE. (2004). Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2004 Apr; 96 (4), 1277-84. doi: 10.1152/japplphysiol.00974.2003.
  83. Jequier, E. and Constant, F. (2010). Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr.*, 64 (2), 115-23.
  84. Jeukendrup, A. (2014). Ένα βήμα προς την εξατομικευμένη αθλητική διατροφή: πρόσληψη υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης. *Sports Med*, 44, (Suppl 1), 25–S33. doi: 10.1007 / s40279-014-0148-z.
  85. Johnson, SA, Figueroa, A., Navaei, N., Wong, A., Kalfon, R., Ormsbee, LT, Feresin, RG, Elam, ML, Hooshmand, S., Payton, ME, Arjmandi, BH. (2015). Daily blueberry consumption improves blood pressure and arterial stiffness in postmenopausal women with pre- and stage 1-hypertension: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *J Acad Nutr Diet*, 115 (3), 369-77. doi: 10.1016/j.jand.2014.11.001.
  86. Josse, AR, Tang, JE, Tarnopolsky, MA, Phillips, SM. (2010). Αλλαγές στη σύνθεση και τη δύναμη του σώματος στις γυναίκες με γάλα και άσκηση αντίστασης. *Med Sci Sports Exercise*, 42 (6), 1122–1130. doi: 10.1249 / MSS.0b013e3181c854f6.
  87. Jouris, KB, McDaniel, JL, & Weiss, EP. (2011). Η επίδραση των συμπληρωμάτων ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στη φλεγμονώδη απόκριση στην άσκηση εκκεντρικής δύναμης. *Εφημερίδα της αθλητικής επιστήμης και ιατρικής*, 10 (3), 432–438.
  88. Kalafati, M., Jamurtas, AZ, Nikolaidis, MG, Paschalis, V., Theodorou, AA, Sakellariou, GK, Koutedakis, Y., Kouretas, D. (2010). Ergogenic and antioxidant effects of spirulina supplementation in humans. *Med Sci Sports Exerc.*, 42 (1), 142-51. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181ac7a45. PMID: 20010119.
  89. Katsanos, CS, Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Aarsland, A., Wolfe, RR. (2006). A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*, 291 (2), E381-7. doi: 10.1152/ajpendo.00488.2005.
  90. Kavouras, S.A. (2002). Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 5 (5), 519- 24.
  91. Kelawala, NS, Ananthanarayan, L. (2004). Antioxidant activity of selected foodstuffs. *Int J Food Sci Nutr.*, 55 (6), 511-6. doi: 10.1080/09637480400015794. PMID: 15762315.

92. Kimball, SR, Jefferson, LS. (2006). Διαδρομές σηματοδότησης και μοριακοί μηχανισμοί μέσω των οποίων τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας μεσολαβούν στον μεταφραστικό έλεγχο της πρωτεϊνικής σύνθεσης. *J Nutr.*, 136 (1Suppl), S227–S231. doi: 10.1093 / jn / 136.1.227S.
93. Krikorian, R., Shidler, MD, Nash, TA, Kalt, W., Vinqvist-Tymchuk, MR, Shukitt-Hale, B., & Joseph, JA. (2010). Τα συμπληρώματα Blueberry βελτιώνουν τη μνήμη σε ηλικιωμένους ενήλικες. *Εφημερίδα της γεωργικής και χημείας τροφίμων*, 58 (7), 3996–4000. <https://doi.org/10.1021/jf9029332>
94. Lancha, A.H. Jr, Zanella, R. Jr, Tanabe, SG, Andriamihaja, M., Blachier, F. (2017). Συμπλήρωμα διαιτητικής πρωτεΐνης στους ηλικιωμένους για τον περιορισμό της απώλειας μυϊκής μάζας. *Αμινοξέα*, 49 (1), 33–47. doi: 10.1007 / s00726-016-2355-4
95. Lawrence, JC, Newcomer, BR, Buchthal, SD, Sirikul, B., Oster, RA, Hunter, GR, & Gower, BA. (2011). Η σχέση του ενδομυοκυτταρικού λιπιδίου με την ευαισθησία στην ινσουλίνη μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εθνικότητα σε υγιή κορίτσια και γυναίκες. *Παχυσαρκία (Silver Spring, Md.)*, 19 (1), 43–48. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.148>
96. Layman, DK, Lönnerdal, B., & Fernstrom, JD. (2018). Εφαρμογές για την α-γαλακτολευκωματίνη στη διατροφή του ανθρώπου. *Κριτικές διατροφής*, 76 (6), 444–460. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy004>
97. Levine, SA, Gordon B., Derick, CL. (1924). Ορισμένες αλλαγές στα χημικά συστατικά του αίματος μετά από έναν αγώνα μααραθωνίου: Με ειδική αναφορά στην ανάπτυξη της υπογλυκαιμίας. *TZAMA*, 82 (22), 1778-1779. doi: 10.1001 / jama.1924.02650480034015.
98. Lozano, A., Perez-Martinez, P., Delgado-Lista, J., Marin, C., Cortes, B., Rodriguez-Cantalejo, F., Gomez-Luna, MJ, Cruz-Teno, C., Perez-Jimenez, F., Lopez-Miranda, J. (2012). Body mass interacts with fat quality to determine the postprandial lipoprotein response in healthy young adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.*, 22 (4), 355-61. doi: 10.1016/j.numecd.2010.07.013.
99. Mahan, K. & Escott- Stump, S. (2014). Krause’s Κλινική διατροφή, (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Γιαννακούλα Μ. και Κοντογιάννη Μ.). Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
100. Mani, U., Desai, S., Iyer, U. (2000). Μελέτες σχετικά με τη μακροπρόθεσμη επίδραση της συμπλήρωσης σπιρουλίνας στο προφίλ λιπιδίων του ορού και τις γλυκοποιημένες πρωτεΐνες σε ασθενείς με NIDDM. *J Nutraceut Funct Med Foods*, 2 (3), 25-32.
101. Mann, J. and Trwswell-Stewart, A. (2002). Essential of Human Nutrition, second edition, Oxford University Press

102. Mao, T., Van de Water, J., Gershwin, M. (2000). Επίδραση της σπιρουλίνας στην έκκριση κυτοκινών από μονοκύτταρα περιφερικού αίματος. *J MedFood*, 3 (3), 135-140.
103. Mashhadi, NS, Ghiasvand, R., Hariri, M., Askari, G., Feizi, A., Darvishi, L., Hajishafiee, M., & Barani, A. (2013). Επίδραση της πρόσληψης τζίντζερ και κανέλας στο οξειδωτικό στρες και στην απόδοση της σωματικής άσκησης και στη σύνθεση του σώματος σε ιρανές αθλήτριες. *Διεθνές περιοδικό προληπτικής ιατρικής*, 4 (Συμπλήρωμα 1), S31 – S35.
104. Maughan, R.J. and Burke, L.M. (2006). Αθλητική Διατροφή: Αθλητιατρική και αθλητική επιστήμη. Αθήνα, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. σελ, 98
105. Maughan, RJ, Watson, P., Cordery, PA, Walsh, NP, Oliver, SJ, Dolci, A., Rodriguez-Sanchez, N., Galloway, SD. (2016). Μια τυχαιοποιημένη δοκιμή για την αξιολόγηση της πιθανότητας διαφορετικών ποτών να επηρεάσουν την κατάσταση ενυδάτωσης: ανάπτυξη δείκτη ενυδάτωσης ποτών. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 103 (3), 717-723. doi: 10.3945 / ajcn.115.114769
106. Millard-Stafford, M., Wendland, DM, O'Dea, NK, Norman, TL. (2012). Thirst and hydration status in everyday life. *Nutr Rev.*, 70 (Suppl 2), S147-51. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00527.x. PMID: 23121351.
107. Mills, S., Ross, RP, Hill, C., Fitzgerald, GF, Stanton, C. (2011). Νοημοσύνη γάλακτος: εξόρυξη γάλακτος για βιοδραστικές ουσίες που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία. *Int J Dairy*, 21 (6), 377–401. doi: 10.1016 / j.idairyj.2010.12.011.
108. Mitchell, JB, Braun, WA, Pizza, FX, Forrest, M. (2000). Pre-exercise carbohydrate and fluid ingestion: influence of glycemic response on 10-km treadmill running performance in the heat. *J Sports Med Phys Fitness*, 40 (1), 41-50. PMID: 10822908.
109. Moore, DR, Robinson, MJ, Fry, JL, Tang, JE, Glover, EI, Wilkinson, SB, Prior, T., Tarnopolsky, MA, Phillips, SM. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr.*, 89 (1), 161-8. doi: 10.3945/ajcn.2008.26401.
110. Müller, L., Fröhlich, K., Böhm, V. (2011). Συγκριτική αντιοξειδωτική δράση των καροτενοειδών που μετράται με αντιοξειδωτική ισχύ αναγωγής σιδήρου (FRAP), δοκιμασία λεύκανσης abts (αTEAC), δοκιμασία DPPH και δοκιμασία σάρωσης ριζών υπεροξυλίου. *Food Chem.*, 129 (1), 139–148. doi: 10.1016 / j.foodchem.2011.04.045.

111. Murray, R., Paul, GL, Seifert, JG, Eddy, DE, Halaby, GA. (1989). Τα αποτελέσματα της κατάποσης γλυκόζης, φρουκτόζης και σακχαρόζης κατά τη διάρκεια της άσκησης. *Med Sci Sports Exerc.*, 21 (3), 275–282, 1989. doi: 10.1249 / 00005768-198906000-00008.
112. Nakhostin-Roohi, B., Nasirvand-Moradlou, A., Mahmoodi-Hamidabad, S., Ghanivand, B. (2016). Η επίδραση της συμπλήρωσης κουρκουμίνης σε επιλεγμένους δείκτες καθυστερημένης εμφάνισης μυϊκού πόνου (DOMS). *Ann Appl Sport Sci.*, 4 (2), 25–31. doi: 10.18869 / acadpub.aassjournal.4.2.25.
113. Navarre, DA, Shakya, R., Hellmann, H. (2016). Κεφάλαιο 6: Βιταμίνες, φυτοθεραπευτικά συστατικά και μέταλλα στην πατάτα. Σε: Singh J, συντάκτες Kaur, L. *Advances in Potato Chemistry and Technology*. 2η έκδοση Σαν Ντιέγκο, Καλιφόρνια: Academic Press, (2016). p. 117–66. doi: 10.1016 / B978-0-12-800002-1.00006-6
114. Nestle, M. (1987). Διατροφή και κλινική πράξη. Αθήνα, Ιατρικές εκδόσεις Παρισσιανού Α.Ε.
115. Nielsen, F. (1992). Facts and fallacies about boron. *Nutrition Today* 27, 6-12.
116. Nieman, DC, Gillitt, ND, Henson, DA, Sha, W., Shanely, RA, Knab, AM, Cialdella-Kam, L., & Jin, F. (2012). Οι μπανάνες ως πηγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της άσκησης: μια προσέγγιση μεταβολικής. *PloS one*, 7 (5), e37479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037479>
117. Nieman, DC, Gillitt, ND, Knab, AM, Shanely, RA, Pappan, KL, Jin, F., & Lila, MA (2013). Επίδραση σκόνης πρωτεΐνης εμπλουτισμένης με πολυφαινόλη σε φλεγμονή που προκαλείται από άσκηση και οξειδωτικό στρες σε αθλητές: μια τυχαιοποιημένη δοκιμή χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση μεταβολικής. *PloS one*, 8 (8), e72215. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072215>
118. Nieman, DC, Gillitt, ND, Sha, W., Meaney, MP, John, C., Pappan, KL, Kinchen, JM. (2015). Metabolomics-Based Analysis of Banana and Pear Ingestion on Exercise Performance and Recovery. *J Proteome Res.*, 14 (12), 5367-77. doi: 10.1021/acs.jproteome.5b00909.
119. Nieman, DC, Gillitt, ND, Sha, W., Esposito, D., & Ramamoorthy, S. (2018). Μεταβολική ανάκαμψη από έντονη άσκηση μετά από μπανάνα σε σύγκριση με το ρόφημα ζάχαρης ή κατάποση μόνο με νερό: Μια τυχαιοποιημένη δοκιμή crossover. *PloS one*, 13 (3), e0194843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194843>
120. Okamoto, M., Irii, H., Tahara, Y., Ishii, H., Hirao, A., Udagawa, H., Hiramoto, M., Yasuda, K., Takanishi, A., Shibata, S., Shimizu, I. (2011). Synthesis of a new [6]-gingerol analogue and its protective effect with respect

- to the development of metabolic syndrome in mice fed a high-fat diet. *J Med Chem.*, 54 (18), 6295-304. doi: 10.1021/jm200662c.
121. O'Neill, M. (1997). Τρόφιμα με τζίντζερ. Δημοσίευση άρθρων New York Times. 21.09.1997.
  122. Ouchi, N., Kihara, S., Funahashi, T., Nakamura, T., Nishida, M., Kumada, M., Okamoto, Y., Ohashi, K., Nagaretani, H., Kishida, K., Nishizawa, H., Maeda, N., Kobayashi, H., Hiraoka, H., Matsuzawa, Y. (2003). Reciprocal association of C-reactive protein with adiponectin in blood stream and adipose tissue. *Circulation*, 107 (5), 671-4. doi:10.1161/01.cir.0000055188.83694.b3. PMID: 12578865
  123. Padh, H. (1991). Vitamin C: Newer insights into its biochemical functions. *Nutrition Reviews*, 49, 65-70.
  124. Parikh, P., Mani, U., Iyer, U. (2001). Ο ρόλος της σπιρουλίνας στον έλεγχο της γλυκαιμίας και της λιπιδαιμίας στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. *J Med Φαγητό*, 4 (4), 193-199.
  125. Park, CH, Kwak, YS, Seo, HK, & Kim, HY. (2018). Αξιολόγηση των τιμών της πρόσληψης βακκινίων στην απόδοση της άσκησης, στο TAS και στους φλεγμονώδεις παράγοντες. *Ιρανικό περιοδικό δημόσιας υγείας*, 47 (Συμπλήρωμα 1), 27–32.
  126. Pereira, A., and Maraschin, M. (2015). Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *J Ethnopharmacol.*, 160, 149-63. doi:10.1016/j.jep.2014.11.008.
  127. Pereira, PC. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30 (6), 619-27. doi: 10.1016/j.nut.2013.10.011.
  128. Petroni, A., Blasevich, M., Salami, M., Papini, N., Montedoro, GF, Galli, C. (1995). Inhibition of platelet aggregation and eicosanoid production by phenolic components of olive oil. *Thromb Res.*, 78 (2), 151-60. doi: 10.1016/0049-3848(95)00043-7. PMID: 7482432.
  129. Phillips, SM, Van Loon, LJ. (2011). Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci.*, 29 (Suppl 1), S29-38. doi: 10.1080/02640414.2011.619204. PMID: 22150425.
  130. Phureja, Stenotomum and Andigena. *American Journal of Potato Research* 90, 440–450.
  131. Pillai, S., Navarre, D.A., Bamberg, J.B. (2013). Analysis of polyphenols, anthocyanins and carotenoids in tubers from *Solanum tuberosum*

- group. *American Journal of Potato Research* 90, 440–450.  
<https://doi.org/10.1007/s12230-013-9318-z>
132. Popkin, B.M., D'Anci, K.E. and Rosenberg, I.H. (2010). Water, hydration, and health. *Nutr Rev.*, 68 (8), 439-58. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x>
  133. Prat, S., Frommer, W.B., Hofgen, R., Keil, M., Kobmann, J., Koster-Topfer, M., Liu, X.-J., Muller, B., Pena-Cortes, H., Rocha-Sosa, M., Sanchez-Serrano, J.J., Sonnewald, U., Willmitzer, L. (1990). Gene expression during tuber development in potato plants. *FEBS Letters*, 268, 334–338.
  134. Proestos, C. (2018). Superfoods: Πράσφατα δεδομένα σχετικά με τον ρόλο τους στην πρόληψη ασθενειών. *Curr Res Nutr Food Sci.*, 6 (3). doi: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.02>
  135. Radavelli-Bagatini, S., Zhu, K., Lewis, JR, Dhaliwal, SS, Prince, RL. (2013). Συσχέτιση της πρόσληψης γαλακτοκομικών προϊόντων με τη σύνθεση του σώματος και τη φυσική λειτουργία σε ηλικιωμένες γυναίκες που ζουν στην κοινότητα. *J Acad Nutr Diet*, 113 (12), 1669–1674. doi: 10.1016 / j.jand.2013.05.019
  136. Ratliff, JC, Mutungi, G., Puglisi, MJ, Volek, JS, & Fernandez, ML. (2008). Τα αυγά ρυθμίζουν τη φλεγμονώδη απόκριση σε δίαιτες περιορισμένης περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες σε υπέρβαρους άνδρες. *Διατροφή & μεταβολισμός*, 5, 6. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-5-6>
  137. Rimando, AM, Perkins-Veazie, PM. (2005). Προσδιορισμός της κιτρουλλίνης στο φλοιό του καρπουζιού. *J. Chromatogr. A.*, 1078 (1-2), 196–200. doi: 10.1016 / j.chroma.2005.05.009.
  138. Rodacki, CL, Rodacki, AL, Pereira, G., Naliwaiko, K., Coelho, I., Pequito, D., Fernandes, LC. (2012). Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *Am J Clin Nutr.*, 95 (2), 428-36. doi: 10.3945/ajcn.111.021915.
  139. Rodriguez, N., DiMarco, N., Langley, S. (2010). Nutrition and Athletic Performance. Medscape
  140. Roelofs, EJ, Smith-Ryan, AE, Trexler, ET, Hirsch, KR, & Mock, MG. (2017). Επιδράσεις του εκχυλίσματος ροδιού στη ροή του αίματος και στη διάμετρο των αγγείων μετά από άσκηση υψηλής έντασης σε νέους, υγιείς ενήλικες. *Ευρωπαϊκό περιοδικό της αθλητικής επιστήμης*, 17 (3), 317–325. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1230892>
  141. Ronald, J., Maughan, Louise M., Burke. (2006). Αθλητική διατροφή, (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Συντώσης Λ.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

142. Salvador, AF, McKenna, CF, Alamilla, RA, Cloud, R., Keeble, AR, Miltko, A., Scaroni, SE, Beals, JW, Ulanov, AV, Dilger, RN, Bauer, LL, Broad, EM, & Burd, NA. (2019). Η κατάποση πατάτας είναι εξίσου αποτελεσματική με τα πηκτώματα υδατανθράκων για την υποστήριξη παρατεταμένης ποδηλατικής απόδοσης. *Περιοδικό εφαρμοσμένης φυσιολογίας (Bethesda, MD: 1985)*, 127 (6), 1651–1659. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00567.2019>
143. Scharhag, J., Meyer, T., Aurache, M., Gabriel, HH, Kindermann, W. (2006). Effects of graded carbohydrate supplementation on the immune response in cycling. *Med Sci Sports Exerc.*, 38 (2), 286-92. doi: 10.1249/01.mss.0000191437.69493.d4. PMID: 16531897.
144. Schragar, MA, Hilton, J., Gould, R., Kelly, VE. (2015). Effects of blueberry supplementation on measures of functional mobility in older adults. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 40 (6), 543-9. doi: 10.1139/apnm-2014-0247.
145. Seeram, NP, Aviram, M., Zhang, Y., Henning, SM, Feng, L., Dreher, M., Heber, D. (2008). Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *J Agric Food Chem.*, 56 (4), 1415-22. doi: 10.1021/jf073035s.
146. Sellami, M., Slimeni, O., Pokrywka, A., Kuvačić, G., D Hayes, L., Milic, M., & Padulo, J. (2018). Φυτικά φάρμακα για τον αθλητισμό: μια κριτική. *Εφημερίδα της Διεθνούς Εταιρείας Αθλητικής Διατροφής*, 15, 14. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0218-y>
147. Senchina, DS, Hallam, JE, Kohut, ML, Nguyen, NA, Perera, MA. (2014). Alkaloids and athlete immune function: caffeine, theophylline, gingerol, ephedrine, and their congeners. *Exerc Immunol Rev.*, 20, 68-93. PMID: 24974722.
148. Servili, M., Esposto, S., Fabiani, R., Urbani, S., Taticchi, A., Mariucci, F., Selvaggini, R., Montedoro, GF. (2009). Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure. *Inflammopharmacology*, 17 (2), 76-84. doi: 10.1007/s10787-008-8014-y. PMID: 19234678.
149. Servili, M. and Montedoro, G. (2002). Συμβολή φαινολικών ενώσεων στην ποιότητα του παρθένου ελαιολάδου. *Euro. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 602–613. doi: 10.1002 / 1438-9312 (200210) 104: 9/10 <602 :: AID-EJLT602> 3.0.CO; 2-X.
150. Shanely, RA, Nieman, DC, Perkins-Veazie, P., Henson, DA, Meaney, MP, Knab, AM, & Cialdell-Kam, L. (2016). Σύγκριση ποτών καρπουζιού και υδατανθράκων για μεταβολές που προκαλούνται από άσκηση σε συστηματική φλεγμονή, ανοσολογική δυσλειτουργία και αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος. *Nutrients*, 8 (8), 518. <https://doi.org/10.3390/nu8080518>
151. Simopoulos, AP. (2007). Omega-3 fatty acids and athletics. *Curr Sports Med Rep.*, 6 (4), 230-6. PMID: 17617998.

152. Singh, M., Arseneault, M., Sanderson, T., Murthy, V., Ramassamy, C. (2008). Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms. *J Agric Food Chem.*, 56 (13), 4855-73. doi: 10.1021/jf0735073.
153. Smith, GI, Atherton, P., Reeds, DN, Mohammed, BS, Rankin, D., Rennie, MJ, & Mittendorfer, B. (2011). Τα ωμέγα-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα αυξάνουν την αναβολική απόκριση της μυϊκής πρωτεΐνης στην υπερινσουλιναίμια-υπεραμινοακιδαιμία σε υγιείς νέους και μεσήλικες άνδρες και γυναίκες. *Κλινική επιστήμη (Λονδίνο, Αγγλία: 1979)*, 121 (6), 267–278.  
<https://doi.org/10.1042/CS20100597>
154. Smith, GI, Julliard, S., Reeds, DN, Sinacore, DR, Klein, S., & Mittendorfer, B. (2015). Η θεραπεία n-3 PUFA που προέρχεται από ιχθυέλαιο αυξάνει τη μυϊκή μάζα και λειτουργεί σε υγιείς ηλικιωμένους ενήλικες. *Το αμερικανικό περιοδικό κλινικής διατροφής*, 102 (1), 115–122.  
<https://doi.org/10.3945/ajcn.114.105833>
155. Sojka, JE, VMD. (1995). Συμπλήρωμα μαγνησίου και οστεοπόρωση, *Διατροφικές κριτικές*, Τόμος 53, Τεύχος 3, Μάρτιος 1995, Σελίδες 71–74. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1995.tb01505.x>
156. Sommella, E., Conte, GM, Salviati, E., Pepe, G., Bertamino, A., Ostacolo, C., Sansone, F., Prete, FD, Aquino, RP, & Campiglia, P. (2018). Γρήγορη περιγραφή των φυσικών χρωστικών σε διάφορα συμπληρώματα διατροφής *Spirulina (Arthrospira platensis)* από DI-FT-ICR και Αξιολόγηση του Αντιοξειδωτικού Δυναμικού τους με Προσδιορισμό DPPH-UHPLC πριν από τη στήλη. *Molecules (Βασιλεία, Ελβετία)*, 23 (5), 1152.  
<https://doi.org/10.3390/molecules23051152>
157. Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Azeez, JM, & Sreeharshan, S. (2014). Ο καρπός του ροδιού αποτελεί πλούσια πηγή βιολογικά δραστικών ενώσεων. *BioMed Research International*, 2014, 686921. <https://doi.org/10.1155/2014/686921>
158. Srinivasan, K. (2017). Ριζώματα τζίντζερ (*Zingiber officinale*): Ένα μπαχαρικό με πολλαπλές ευεργετικές για την υγεία δυνατότητες. *PharmaNutr.*, 5 (1), 18-28.
159. Srivastava, K. (1989). Επίδραση της κατανάλωσης κρεμμυδιού και τζίντζερ στην παραγωγή θρομβοξάνης αιμοπεταλίων στους ανθρώπους. *Prostaglandins Leukotriens Essential Fatty Acids*, 35 (3), 183-185.
160. Stahl, W., Sies, H. (2003). Αντιοξειδωτική δράση των καροτενοειδών. *MoI. Aspects Med.*, 24 (6), 345–351. doi: 10.1016 / S0098-2997 (03) 00030-X.

161. Tarazona-Díaz, MP, Alacid, F., Carrasco, M., Martinez, I., Aguayo, E. (2013). Χυμός καρπουζιού: πιθανό λειτουργικό ποτό για την ανακούφιση των μυών στους αθλητές. *J Agric Food Chem.*, 61 (31), 7522-7528.
162. USDA, ARS, Laboratory ND USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Έκδοση 28 (2016). Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση: [/nea / bhnrc / ndl](http://nea/bhnrc/ndl) (ενημέρωση Μαΐου 2016, αναφορά 2017).
163. Visioli, F. and Galli, C. (1994). Oleuropein protects low density lipoprotein from oxidation. *Life Sci.*, 55 (24), 1965-71. doi: 10.1016/0024-3205(94)00529-x. PMID: 7990657.
164. Visioli, F., Poli, A., Gall, C. (2002). Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Med Res Rev.*, 22 (1), 65-75. doi: 10.1002/med.1028. PMID: 11746176
165. Vliet, SV, Beals, JW, Martinez, IG, Skinner, SK, & Burd, NA. (2018). Επίτευξη βέλτιστης αναδιαμόρφωσης μυϊκής πρωτεΐνης μετά την άσκηση σε σωματικά ενεργούς ενήλικες μέσω της πλήρους κατανάλωσης τροφής. *Θρεπτικά συστατικά*, 10 (2), 224. <https://doi.org/10.3390/nu10020224>
166. Wang, ZH, Gao, QY, Fang, JY. (2012). Πράσινο τσάι και επίπτωση καρκίνου του παχέος εντέρου: στοιχεία από προοπτικές μελέτες κοόρτης. *Καρκίνος Nutr.*, 64 (8), 1143-1152.
167. West, D., Abou Sawan, S., Mazzulla, M., Williamson, E., & Moore, DR. (2017). Το συμπλήρωμα πρωτεΐνης ορού γάλακτος βελτιώνει το μεταβολισμό των πρωτεϊνών σε όλο το σώμα και την ανάκτηση απόδοσης μετά από άσκηση αντίστασης: Μια μελέτη διπλής τυφλής διασταύρωσης. *Θρεπτικά συστατικά*, 9 (7), 735. <https://doi.org/10.3390/nu9070735>
168. Wilkinson, SB, Tarnopolsky, MA, MacDonald, MJ, Macdonald, JR, Armstrong, D., Phillips, SM. (2007). Η κατανάλωση υγρού αποβουτυρωμένου γάλακτος προάγει μεγαλύτερη συγκέντρωση πρωτεΐνης μυών μετά από άσκηση αντίστασης από ό, τι η κατανάλωση ενός ποτού με πρωτεΐνη σόγιας με ισογονική και ισοενέργεια. *Am J Clin Nutr.*, 85 (4), 1031–1040. doi: 10.1093 / ajcn / 85.4.1031
169. Williams, Melvin H. (2014). Διατροφή: Υγεία, Ευρωστία & αθλητική Απόδοση, 3<sup>η</sup> Έκδοση, (Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Συντώσης Λ.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
170. Wilson, PB. (2015). Ginger (*Zingiber officinale*) as an Analgesic and Ergogenic Aid in Sport: A Systemic Review. *J Strength Cond Res.*, 29 (10), 2980-95. doi: 10.1519/JSC.0000000000001098. PMID: 26200194.
171. Wolfe, D. (2009). Superfoods: Η τροφή και η ιατρική του μέλλοντος. Καλιφόρνια: Βιβλία Βόρειου Ατλαντικού, 2009, 10-49.

172. Wright, CS, Zhou, J., Sayer, RD, Kim, JE, & Campbell, WW. (2018). Επιδράσεις μιας δίαιτας με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, συμπεριλαμβανομένων ολόκληρων αυγών στη μυϊκή σύνθεση και των δεικτών καρδιομεταβολικής υγείας και συστηματικής φλεγμονής σε ηλικιωμένους ενήλικες με υπέρβαρο ή παχυσαρκία: Μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. *Θρεπτικά συστατικά*, 10 (7), 946.  
<https://doi.org/10.3390/nu10070946>
173. Yang, H., Jiang, Y. (2010). [Research progress of bioactive constituents, absorption, metabolism, and neuroprotective effects from blueberry]. *Wei Sheng Yan Jiu.*, 39 (4), 525-8. Chinese. PMID: 20726253.
174. You, JS, Park, MN, Song, W., Lee, YS. (2010). Dietary fish oil alleviates soleus atrophy during immobilization in association with Akt signaling to p70s6k and E3 ubiquitin ligases in rats. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 35 (3), 310-8. doi: 10.1139/H10-022. PMID: 20555375.
175. Zaid, AAA, Hammad, DM, Sharaf, EM. (2015). Αντιοξειδωτική και αντικαρκινική δράση εκχυλισμάτων νερού *Spirulina platensis*. *Int J. Pharmacol.*, 11 (7), 846-851. doi: 10.3923 / ijp.2015.846.851.
176. Zarfeshany, A., Asgary, S., & Javanmard, SH. (2014). Ισχυρές επιπτώσεις στην υγεία του ροδιού. *Προηγμένη βιοϊατρική έρευνα*, 3, 100.  
<https://doi.org/10.4103/2277-9175.129371>